This is a reproduction of a library book that was digitized by Google as part of an ongoing effort to preserve the information in books and make it universally accessible.

Google™ books

https://books.google.com

Informazioni su questo libro

Si tratta della copia digitale di un libro che per generazioni è stato conservata negli scaffali di una biblioteca prima di essere digitalizzato da Google nell'ambito del progetto volto a rendere disponibili online i libri di tutto il mondo.

Ha sopravvissuto abbastanza per non essere più protetto dai diritti di copyright e diventare di pubblico dominio. Un libro di pubblico dominio è un libro che non è mai stato protetto dal copyright o i cui termini legali di copyright sono scaduti. La classificazione di un libro come di pubblico dominio può variare da paese a paese. I libri di pubblico dominio sono l'anello di congiunzione con il passato, rappresentano un patrimonio storico, culturale e di conoscenza spesso difficile da scoprire.

Commenti, note e altre annotazioni a margine presenti nel volume originale compariranno in questo file, come testimonianza del lungo viaggio percorso dal libro, dall'editore originale alla biblioteca, per giungere fino a te.

Linee guide per l'utilizzo

Google è orgoglioso di essere il partner delle biblioteche per digitalizzare i materiali di pubblico dominio e renderli universalmente disponibili. I libri di pubblico dominio appartengono al pubblico e noi ne siamo solamente i custodi. Tuttavia questo lavoro è oneroso, pertanto, per poter continuare ad offrire questo servizio abbiamo preso alcune iniziative per impedire l'utilizzo illecito da parte di soggetti commerciali, compresa l'imposizione di restrizioni sull'invio di query automatizzate.

Inoltre ti chiediamo di:

+ *Non fare un uso commerciale di questi file* Abbiamo concepito Google Ricerca Libri per l'uso da parte dei singoli utenti privati e ti chiediamo di utilizzare questi file per uso personale e non a fini commerciali.

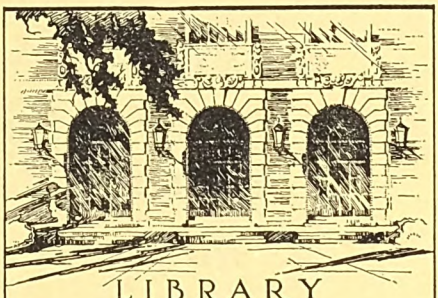
+ *Non inviare query automatizzate* Non inviare a Google query automatizzate di alcun tipo. Se stai effettuando delle ricerche nel campo della traduzione automatica, del riconoscimento ottico dei caratteri (OCR) o in altri campi dove necessiti di utilizzare grandi quantità di testo, ti invitiamo a contattarci. Incoraggiamo l'uso dei materiali di pubblico dominio per questi scopi e potremmo esserti di aiuto.

+ *Conserva la filigrana* La "filigrana" (watermark) di Google che compare in ciascun file è essenziale per informare gli utenti su questo progetto e aiutarli a trovare materiali aggiuntivi tramite Google Ricerca Libri. Non rimuoverla.

+ *Fanne un uso legale* Indipendentemente dall'utilizzo che ne farai, ricordati che è tua responsabilità accertati di farne un uso legale. Non dare per scontato che, poiché un libro è di pubblico dominio per gli utenti degli Stati Uniti, sia di pubblico dominio anche per gli utenti di altri paesi. I criteri che stabiliscono se un libro è protetto da copyright variano da Paese a Paese e non possiamo offrire indicazioni se un determinato uso del libro è consentito. Non dare per scontato che poiché un libro compare in Google Ricerca Libri ciò significhi che può essere utilizzato in qualsiasi modo e in qualsiasi Paese del mondo. Le sanzioni per le violazioni del copyright possono essere molto severe.

Informazioni su Google Ricerca Libri

La missione di Google è organizzare le informazioni a livello mondiale e renderle universalmente accessibili e fruibili. Google Ricerca Libri aiuta i lettori a scoprire i libri di tutto il mondo e consente ad autori ed editori di raggiungere un pubblico più ampio. Puoi effettuare una ricerca sul Web nell'intero testo di questo libro da `http://books.google.com`



LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF ILLINOIS

506
SOG
n.s.
v.5-6

Natural History Survey
Library

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

1623.

ATTI

DELLA

SOCIETÀ LIGUSTICA

DI

SCIENZE E LETTERE

NUOVA SERIE

DEGLI

ATTI DELLA SOCIETÀ LIGUSTICA

DI SCIENZE NATURALI E GEOGRAFICHE

VOLUME V

Anno 1926

FASCICOLO I

PAVIA

PREMIATA TIPOGRAFIA SUCCESSORI FRATELLI FUSI

Largo di Via Roma

1926

Digitized by Google

Digitized by Google

COMPOSIZIONE DELLA SOCIETÀ

durante l'anno 1925-26

Soci Onorari

S. A. R. il Duca degli Abruzzi, Torino
Senatore Prof. Vito Volterra, Roma
» Avv. V. Rolandi-Ricci, Genova
Marchese Cesare Imperiali di S. Angelo
Guaglianone Prof. Pasquale, Università di Buenos Ayres.

Socio Benemerito

Sen. Dott. Federico Ricci

Consiglio di Amministrazione.

Presidente:	Dott. Giuseppe Dufour
Vice-presidente:	Prof. V. Wautrain-Cavagnari
Segretario generale:	Prof. Gino Loria
Bibliotecario:	Dott. Luigi Volpicella
Tesoriere:	Prof. Carlo Severini
Segretario Classe Scienze:	Prof. Paolo Peola
Segretario Classe Lettere:	Prof. Achille Beltrami

Classe di Scienze naturali, matematiche e mediche

a) **Soci effettivi**

1 Anselmi Dott. Raffaele — R. Università, Genova.
2 Barbieri Prof. Ubaldo — » »
3 Barone Giovanni — (*Socio perpetuo*) Alassio
4 Beladen Prof. Luigi — R. Università, Genova

Digitized by Google

5 Benedicenti Prof. Alberico — R. Università di Genova
6 Bolloli Dott. Ernesto — Rivarolo Ligure
7 Bozano Ing. Cristoforo — Corso Firenze 9, Genova
8 Brian Dott. Alessandro — Corso Firenze 5, Genova
9 Broccardi On. Ing. Eugenio — Via Nino Bixio 4, Sampierdarena
10 Bruzzo Dott. Matteo — Salita Santa Caterina, Genova
11 Canalis Prof. Pietro — R. Università, Genova
12 Colomba prof. Luigi — R. Università di Genova
13 Clivio Prof. Innocente — R. Università di Genova
14 De Albertis Guiscardo — Voltaggio (Alessandria)
15 De Beaux Dott. Oscar — Museo Civico Storia naturale, Genova
16 De-Ferrari Cav. Pietro — Rivarolo Ligure
17 Dufour Dott. Giuseppe — Salita S. Brigida 4, Genova
18 Dufour Dott. Lorenzo fu Lorenzo — Salita S. Brigida 4, Genova
19 Dufour Lorenzo fu Carlo — Salita S. Brigida 4, Genova
20 Dufour Dott. Luigi — Salita S. Brigida 4, Genova
21 Dufour Carlino di Lorenzo — Salita S. Brigida 4, Genova
22 Fabris prof. Aldo — R. Università di Genova
23 Francesconi Prof. Luigi — R. Università, Genova
24 Garibaldi Prof. Cesare — R. Scuola d'ingegneria navale, Genova
25 Gestro Prof. Raffaello — Museo Civico di Storia naturale, Genova
26 Invrea Marchese Fabio — Piazza di Francia 1, Genova
27 Issel Prof. Raffaele — R. Università di Genova
28 Lachi Prof. Pilade — R. Università di Genova
29 Loria Prof. Gino — R. Università di Genova
30 Lussana Prof. Silvio — R. Università di Genova
31 Mackenzie Dott. William — Piazza Fontane Marose, Genova
32 Maragliano Prof. Sen. Edoardo — Genova, Via Galata 39
33 Martini Prof. Carlo — Laboratorio chimico municipale, Genova
34 Masini Prof. Giulio — R. Università di Genova
35 Mezzana Prof. Nicolò — Corso Cristoforo Colombo 3-6, Savona
36 Moriondo Prof. Ezio — R. Scuola d'ingegneria navale, Genova
37 Moro G. B. — Via Serra, Genova
38 Morselli Prof. Enrico — R. Università di Genova
39 Ovio Prof. Giuseppe — R. Università di Genova
40 Pacchioni Prof. Dante — R. Università di Genova
41 Pallaroni Dott. Maria — Via Casaregis 49-8, Genova
42 Penzig Prof. Ottone — R. Università di Genova
43 Peola Prof. Paolo — Corso Torino 53-7, Genova
44 Perrando Prof. Gian Giacomo — R. Università di Genova
45 Piaggio Dott. Giuseppe — Piazza Principe, Palazzo Doria, Genova

Digitized by Google

46 Principi Prof. Paolo — R. Università di Genova
47 Radaeli Prof. Francesco — R. Università di Genova
48 Razeto Prof. Sac. Michele — Via S. Donato 10, Genova
49 Ricca Prof. Ubaldo — R. Università di Genova
50 Rocci Prof. Ubaldo — Via Bernardo Strozzi 6-8, Genova
51 Ronco Ing. Sen. Nino — R. Scuola d'ingegneria navale, Genova
52 Rovereto Prof. Gaetano — R. Università di Genova
53 Scribanti Prof. Angelo — R. Scuola d'ingegneria navale, Genova
54 Severini Prof. Carlo — R. Università di Genova
55 Soliani Ing. Nabor — Societa nazionale di navigazione, Genova
56 Straneo prof. Paolo — R. Università di Genova.
57 Terrile Prof. Sac. Filippo — Salita S. Anna 9-2, Genova
58 Tortelli Prof. Massimo — R. Isfituto sup. studi commeriali, Genova
59 Trambusti Prof. Arnaldo — R. Università di Genova
60 Tusini Prof. Giuseppe — R. Università di Genova
61 Zicavo Dott. Ester — R. Scuola complem. Regina Elena, Genova

b) Soci corrispondenti residenti

1 Bedarida Prof. A. — R. Università di Genova
2 Bernini Prof. A. — R. Istituto Tecnico, Genova
3 Casati Prof. E. — R. Scuola d'ingegneria navale, Genova
4 Garino prof. M. — R. Università di Genova
5 Gradenigo Prof. P. — R. Scuola d'ingegneria Navale, Genova
6 Nannei Prof. E. — R. Istituto Tecnico, Genova
7 Omodei Prof. D. — R. Scuola d'ingegneria navale, Genova
8 Padoa Prof. A. — » » » » »
9 Pelloux Prof. A. — Salita del Carmine 7, Genova
10 Porchiesi Prof. A. — Via S. Giacomo di Carignano 20, Genova
11 Santucci Dott. R. — R. Università di Genova.
12 Sbrana Prof. F. — R. Università di Genova
13 Vinciguerra Prof. D. — Museo Civico di Storia Naturale, Genova

c) Soci corrispondenti non residenti.

1 Bertini Prof. Emilia — R. Istituto Magistrale, Alessandria
2 Berry Edward — Bordighera
3 Betti Prof. Mario — R. Università, Bologna
4 Bonino Prof. G. B. — R. Università di Bologna
5 Cassinis Dott. Paolo — Ferranica (Savona), Società Sipe

Digitized by Google

6 Cuneo Prof. Girolamo — Via Senato 2, Milano
7 Giaj Levra Dott. Piero — Corso G. Ferraris 22, Torino
8 Paolini prof. V. — R. Università di Roma
9 Peola Dott. Olga — Lutherstrasse 5, Berlino
10 Rovesti Prof. Guido — Imperia 1
11 Silla Prof. Lucio — Roma, Via G. Spontini 5
12 Sporeni Prof. Augusto — Tarcento (Udine)
13 Usai Prof. G. — Catania.
14 Vitali Prof. Giuseppe — R. Università di Padova
15 Zanda Prof. G. B. — R. Università di Cagliari

Classe di Lettere e Scienze morali e storiche

a) Soci effettivi

1 Andriani Prof. Giuseppe — Piazza Cipro 21-7 (I scala), Genova
2 Beltrami Prof. Achille — R. Università di Genova
3 Bensa Prof. Sen. Paolo Emilio — R. Università di Genova
4 Bensa Prof. Enrico — P. Brignole 1-10, Genova
5 Benzoni Prof. Roberto — R. Università di Genova
6 Boggiano Pico On. Avv. Antonio — Via S. Lorenzo 23, Genova
7 Canepa Avv. On. Giuseppe — Direzione giornale « Il Lavoro » Genova
8 Cipollina Avv. Giovanni — Sestri per Teglia
9 Cogliolo Prof. Pietro — R. Università di Genova
10 Delle-Piane Avv. Giuseppe — Via Conservat. del mare 11-4, Genova
11 Fedozzi Prof. Prospero — R. Università di Genova
12 Ferrari Prof. Sante — » » »
13 Grasso Prof. Giacomo — R. Università di Genova
14 Lattes Prof. Alessandro — R. Università di Genova
15 Manara Prof. Ulisse — » » »
16 Moresco Prof. Mattia — » » »
17 Niccolini Prof. Giovanni — » » »
18 Raggi Prof. Luigi — » » »
19 Rensi Prof. Giuseppe — » » »
20 Restori Prof. Antonio — » » »
21 Revelli Prof. Paolo — » » »
22 Rossello Prof. Adolfo — » » »
23 Rossi Prof. Agostino — » » »
24 Volpicella Dott. Luigi — Sopraintendente del R. Archivio di Stato, Genova
25 Wautrain-Cavagnari Prof. Vittorio — Via Pertinace 1, Genova

Digitized by Google

b) Soci corrispondenti residenti

1 Calegari Prof. Ettore — R. Liceo A. Doria, Genova
2 Carloy Eugenio — Direzione giornate « Il corriere mercantile », Genova
3 Calonghi Prof. Ferruccio — R. Liceo A. Doria, Genova.
4 Grosso Dott. Orlando — Municipio di Genova.
5 Labò arch. Mario — Via Roma 1, Genova.
6 Mannucci Prof. F. L. — R. Liceo A. Doria, Genova
7 Marengo Avv. Emilio — Direttore del R. Archivio di Stato, Genova
8 Monleone Prof. Giovanni — Municipio di Genova
9 Pesce Maineri Avv. A. — Genova
10 Picco Prof. Francesco — R. Università di Genova
11 Porrini Prof. Avv. Rainieri — Via XX Settembre 1, Genova
12 Staffetti Conte Prof. Luigi — R. Liceo A. Doria, Genova
13 Vianello prof. N. — R. Liceo Colombo, Genova
14 Vitale Prof. Vito — R. Liceo C. Colombo, Genova

c) Soci corrispondenti non residenti

1 Arias Prof. Gino — R. Università di Firenze
2 Bresciani-Turroni Prof. Costanttno — R. Università di Bologna
3 Del Vecchio Prof. Giorgio — R. Università di Roma
4 Saviotti prof. Alfredo
5 Taglialatela Prof. Edoardo
6 Vacca prof. Giovanni — R. Università di Roma
7 Vassalli prof. Filippo — R. Università di Torino

Digitized by Google

Digitized by Google

ARCIERO BERNINI

SU DI UN NUOVO MODO DI IMPIEGO DEL TELEMETRO MONOSTATICO PARTICOLARMENTE ADATTO PER L'INSEGUIMENTO DEGLI AEREI (*)

Scopo del lavoro.

§ 1. — Finora i telemetri monostatici si sono usati mantenendoli colla base telemetrica orizzontale; ed all'uopo essi vengono sostenuti con supporti, tali da consentire la loro rotazione contemporanea attorno a due assi: l'uno orizzontale coincidente coll'asse del tubo telemetrico, a rotazione al massimo di un solo quadrante, per le variazioni di sito: l'altro verticale, passante pel punto di mezzo del telemetro, a rotazione azimutale completa, per le variazioni di direzione.

Con tal modo di impiego questi istrumenti hanno dato già da tempo discreti risultati nell'inseguimento di obbiettivi marini, i quali, anche se in rapido moto, presentano variazioni di sito addirittura trascurabili (**). Non si può dire però altrettanto per l'inseguimento di obbiettivi aerei.

Lo scrivente, che ha avuto durante e dopo la guerra occasione di usare questi telemetri, si è dovuto convincere che gli inconvenienti, che si presentano per l'inseguimento degli aerei, sono gravissimi, e complessivamente tali da far ritenere

(*) Comunicazione fatta alla Sezione Guerra della Società Italiana pel Progresso delle Scienze al congresso di Pavia nel maggio 1925.

(**) Sarà bene ricordare che questi istrumenti più che misuratori di distanze vanno intesi come misuratori di differenze di distanze: e ciò anche quando si tratta di obbiettivi fermi.

Digitized by Google

che il telemetro monostatico non risponda, come sarebbe desiderabile, alle esigenze del tiro contro aerei. Pensa anzi che sia proprio questa la ragione principale per cui, durante la guerra, anche quelle batterie contro aerei, che potevano eseguire il cosi detto *tiro di caccia*, non hanno potuto dare mai nei diversi fronti che uno scarsissimo rendimento.

In possesso di dati sperimentali che giustificano una tale affermazione e che saranno esposti fra breve, ed in considerazione del fatto che vi sono delle batterie (come le autocampali), che non potrebbero servirsi di altri mezzi per la misura della distanza, lo scrivente ha creduto di grande interesse l'esaminare la possibilità di una eventuale migliore utilizzazione del telemetro monostatico per l'inseguimento di aerei.

Le vie potevano essere due: O studiare e costruire un nuovo e più adatto sistema ottico e cioè un telemetro monostatico basato su nuovi principi: o tentare un più conveniente modo di impiego del telemetro attuale.

Le difficoltà che si intravedono subito nella prima via hanno imposto la seconda: e per questa lo scrivente ritiene di avere conseguito risultati degni di nota. Scopo della presente comunicazione è precisamente quello di riferire, sia in merito alle considerazioni colle quali teoricamente gli inconvenienti del metodo attuale di impiego si vedono eliminati; sia in merito al come il nuovo metodo di impiego è stato concretato e sperimentato.

Il modo attuale di impiego del Telemetro.

§ II. — Sarà opportuno per maggior chiarezza ricordare da prima le norme oggi in uso nell'impiego del telemetro, tanto più che la cosa può farsi brevemente, non essendo necessario intrattenersi sul sistema ottico, di cui esso è internamente costituito. I diversi tipi di telemetri monostatici in uso non differiscono che in qualche dettaglio.

Le figure 1 e 2 rappresentano il telemetro sostenuto orizzontalmente dal treppiede (13), che si vede solo in parte.

Agli estremi del tubo telemetrico si trovano i due sistemi ottici riflettori (10), che mandano i raggi verso il centro dove si formano due immagini, che il telemetrista osserva col proprio oculare (1). Il bottone della direzione (8) è mosso, com'è noto,

Digitized by Google

da un aiuto telemetrista, il quale segue anch'esso l'aereo mediante il cannocchiale ausiliario (6). Al telemetrista resta così l'ufficio di muovere il volantino del sito (7) ed il rullo per la misura della distanza (3). I movimenti del rullo producono il movimento di una scala rispetto ad un indice fisso, sulla quale un secondo aiuto legge a brevi intervalli di tempo la distanza (2).

Il telemetrista, traguardando per l'oculare, vede nel campo circolare due immagini dell'oggetto (fig. 3): l'una superiormente alla linea mediana centrale a, dovuta al sistema ottico di destra e capovolta, l'altra diritta inferiormente a detta linea

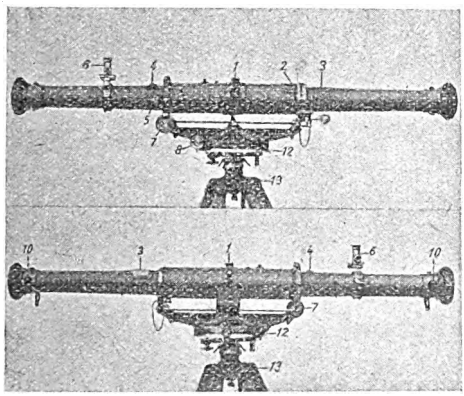


Fig. 1 e 2.

e dovuta al sistema ottico di sinistra. Il movimento del volantino del sito produce uno spostamento verticale contemporaneo delle immagini ma di senso opposto: di conseguenza queste, o si allontanano dalla linea a, o si accostano tuffandosi in essa fino a sparire completamente. Da ciò si comprende anche come, se l'aereo cambia di sito, tali movimenti opposti delle immagini si osservino senza muovere il volantino del sito. E si comprende anche come, mentre per la variazione di direzione si ha a disposizione tutto il diametro del campo, per le variazioni di sito invece si abbia soltanto la metà.

Quanto alla misura della distanza essa viene eseguita automaticamente dal telemetrista, allorquando questi, movendo l'apposito rullo della distanza, sposta una delle due immagini, fino a che entrambe riescano simmetriche rispetto alla linea a che

Digitized by Google

corrisponde al diametro orizzontale del campo dell'oculare (fig. 4). Realizzata questa condizione, la distanza viene poi letta da un secondo aiuto telemetrista nella scala esterna (fig. 2 n. 1).

§ III. — Ricorderemo ancora che il telemetro deve venire ogni tanto rettificato per annullare gli errori, che, data la piccola base, sono conseguenti alle variazioni di temperatura.

Le rettifiche sono due. L'una così detta in *coincidenza* (o distanza) e l'altra in *altezza* (o smezzamento). Si usa per la prima fare la media di alcune misure su un oggetto a distanza nota, preferibilmente una linea verticale. Se questa media non corrisponde alla distanza vera, si fa la correzione muovèndo l'apposito rullo (fig. 1 e 2 n. 4).

Si dice che è srettificato in altezza il telemetro, quando le due immagini non sono coi punti corrispondenti ad uguale di-

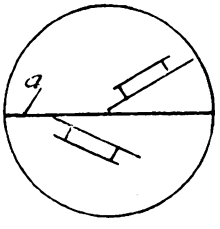


Fig. 3.

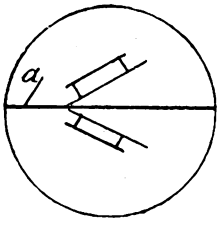


Fig. 4.

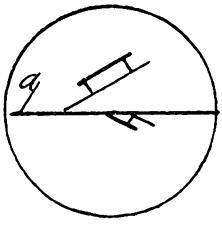


Fig. 5.

stanza dalla linea coincidente col diametro orrizzontale (es. fig. 5). Invero questa srettifica non porta nessun pregiudizio alla misura della distanza, quando la linea su cui si collima è verticale; ne porta invece, quando si è obbligati, come sovente con obbiettivi aerei, a collimare su linee oblique; e ciò mostreremo meglio fra breve.

Si usa fare la rettifica in altezza puntando su una linea orizzontale, esaminando se le due immagini, col muovere opportuno del volantino del sito, spariscono insieme sulla linea *a* di separazione e muovendo eventualmente l'apposito rullo (fig. 1 n. 5), fino a che questa condizione non risulti nel miglior modo verificata.

Digitized by Google

Gli inconvenienti del metodo attuale.

§ IV. — Ciò premesso, passiamo ad indicare gli inconvenienti, che si incontrano nell'inseguimento di aerei; poi mostreremo come apparisca possibile eliminarli.

A) Dato che la variazione di sito è lecita per un solo quadrante, si è costretti ad abbandonare l'inseguimento dell'areo, quando questi si approssima allo zenit. E ciò per la necessità di far compiere al telemetro la rotazione azimutale di circa 180°, senza la quale l'inseguimento non può essere ripreso.

Questo inconveniente, comune pure al cannone, presenta nel caso del telemetro molta maggior gravità che non pel cannone; e ciò è conseguenza del fatto che, una volta che il telemetro ha dovuto abbandonare per il motivo sopradetto l'inseguimento, non può più di norma utilmente riprenderlo.

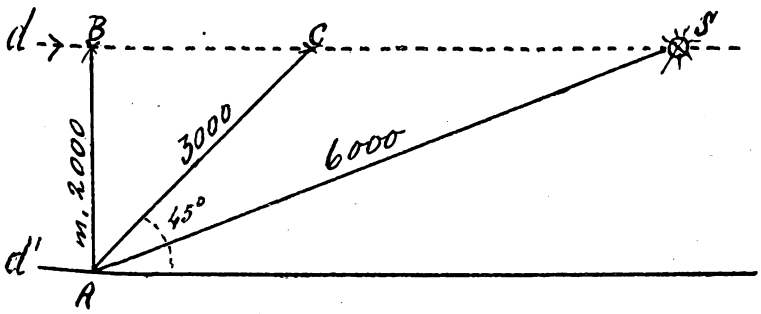


Fig. 6.

Per convincersene, osserviamo la fig. 6. Poniamo che A sia la batteria col telemetro e la linea punteggiata *d* sia la rotta del velivolo, passante sullo zenit della batteria in B a 2000 metri di quota e navigante sia pure alla velocità di soli 50 metri al secondo. L'esperienza eseguita nelle migliori condizioni (quando cioè gli operatori sanno che il velivolo che passa sopra è amico ed ancora quando il sole non si venga a trovare in opposizione al velivolo) ha dimostrato che il primo valore della distanza telemetrica, dopo il giro azimutale di circa 180°, è presso ai 3000 m.; il che significa che l'aereo è già a sito prossimo, anzi inferiore, ai 45° (circa in C) e gli bastano

Digitized by Google

dunque, per uscire di tiro (cioè per giungere ai 6000 metri), dai 60 ai 70 secondi circa. Orbene, anche colle moderne batterie, 30 secondi vanno impiegati per avere i dati telemetrici necessari al calcolo dei così detti dati di tiro; 10 vanno pel calcolo dei dati di tiro; circa 5 per far partire la salva; e poi nella graduazione della spoletta si deve tener conto del tempo impiegato dal proiettile a percorrere la traiettoria, che è nel nostro caso circa 25".

Passano dunque 60", prima che si abbia lo scoppio in S; e si comprende con ciò quanto problematica possà essere l'efficacia di quella unica salva alla massima distanza di tiro.

B) Allorquando vi sono rapide variazioni di sito, come accade quando l'areo raggiunge i 45°, risulta difficilissimo pel telemetrista, per non dire impossibile, dimezzare opportunamente le immagini sulla linea a di separazione del campo, condizione questa necessaria per la buona collimazione. L'esperienza mostra infatti, che per il sito maggiore di 45° le immagini dell'obbiettivo aereo subiscono spostamenti troppo rapidi in senso normale alla linea di separazione. E di conseguenza il telemetrista, necessariamente preoccupato di ottenere lo smezzamento, non riesce poi a fare colla dovuta precisione la collimazione.

I grafici della distanza pertanto, invece che essere più attendibili per la maggior precisione conseguente alla minore distanza, rimangono con un grado di attendibilità poco confortante.

C) Vi è un inconveniente che non dipende dal valore del sito e nemmeno dalla abilità ed acuità visiva degli operatori. Esso è stato osservato invero solo in certi telemetri costruiti in Italia, ma non sarà perciò meno utile il parlarne.

Col supporto in uso, il girare più o meno rapido del volantino del sito provoca quasi sempre una forte srettifica in altezza. Lo scrivente ha potuto dimostrare come questo fatto sia dovuto ad una torsione, che il tubo telemetrico subisce al muovere il volantino del sito. E ciò in conseguenza della piccolezza dello spessore del tubo (per certi telemetri, ad esempio Colzi Bardelli, lo spessore è di un mm.) e della distanza relativamente grande fra le due culle di appoggio, di cui una sola porta gli organi di trasmissione per la variazione di sito.

Digitized by Google

Questa srettifica avviene certo anche nel puntamento ad obbiettivi terrestri o marini, ma in questi casi non può dare grande fastidio, perchè in genere quivi si hanno a disposizione molto facilmente linee verticali a cui collimare, mentre nell'inseguimento di aerei si ha a fare in genere con linee oblique; ed è facile persuadersi come, collimando a linee oblique, una srettifica anche piccola in altezza, comunque provocata, sia assai più dannosa che non una srettifica anche più rilevante in distanza.

Osserviamo al riguardo le figg. 7 e 8, che rappresentano ciò che appare sul campo dell'oculare del telemetrista, quando il telemetro è rettificato in altezza, e quando è (in maniera intenzionalmente esagerata) srettificato.

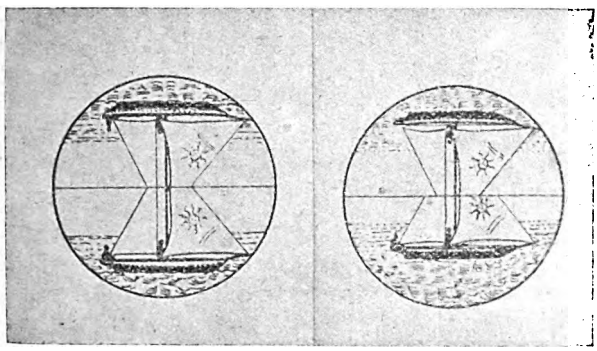


Fig. 7 e 8.

Nella fig. 7 sia le linee verticali (antenne della barca) sia le linee oblique (bordi della vela) collimano sulla linea mediana; e quindi la misura della distanza risulta la medesima, qualunque sia l'obliquità della linea obiettivo. Nella fig. 8 collimano ancora le linee verticali ma non più le oblique: e perciò, se si facesse la collimazione su una delle oblique si commetterebbe un errore, il cui senso dipenderebbe dal senso della obliquità. È facile poi comprendere che, col crescere della obliquità della linea obbiettivo, l'incidenza delle due immagini sulla linea mediana avviene in punti ancor più lontani fra loro; e quindi l'errore conseguente nella misura della distanza deve crescere col crescere della obliquità, anzi più che non la obliquità.

Digitized by Google

Questo basta a giustificare l'affermazione sopra fatta circa la maggior importanza della rettifica in altezza rispetto alla rettifica in distanza.

D) Ancora a proposito di rettifica: da quanto ora veduto, e prescindendo dall'inconveniente della torsione del tubo alvariale del sito (che non è comune a tutti i telemetri), si comprende come sarebbe conveniente poter curare la rettifica in altezza con maggior rigore che non quella in distanza.

Orbene, coll'impiego attuale del telemetro accade proprio il contrario e cioè: la rettifica in altezza non può essere che grossolana, mentre invece si può curare molto bene la rettifica in distanza. Infatti, questa si ottiene facendo la media di parecchie battute su di una linea verticale, confrontando questa media colla distanza nota della linea stessa e correggendo eventualmente coll'apposito rullo della rettifica. Per la rettifica in altezza invece si è obbligati a fidarsi di una sola osservazione, che, nella migliore delle condizioni, si fa scegliendo come obbiettivo una linea orizzontale a distanza il più possibile grande ed osservando se, muovendo il volantino del sito, le due immagini parallele alla linea di separazione del campo vengono a coincidere od a sparire insieme sulla linea di separazione stessa.

Ciò dunque giustifica la nostra affermazione e ci consente di intravedere come, indipendentemente dalla influenza dell'eventuale torsione del telemetro, la rettifica in altezza, come si fa oggidì, lasci parecchio a desiderare.

E) Anche poi la necessità di doversi scegliere due obbiettivi diversi l'uno per la rettifica in altezza (verticale) ed uno per quella in distanza (orizzontale), è un inconveniente in certi casi assai grave. È ben noto infatti che, specie per le batterie mobili (autocampali), per le quali è indispensabile il telemetro monostatico, non è sempre possibile trovare, anche per la necessità del mascheramento, due di tali obbiettivi, e qualche volta non si riesce a trovarne nemmeno uno. È allora che, quanto alla rettifica in distanza, si procede col metodo della *palina a stadia*, tenendo la graduazione all'infinito; ma quanto poi alla buona collimazione in altezza si è costretti a rinunciarvi completamente.

E colle critiche può bastare.

Digitized by Google

§ V. — Tutte queste critiche però molto difficilmente possono dare un'idea anche approssimativa, di quanto oggi si ottenga effettivamente dall'uso del telemetro nell'inseguimento di obbiettivi aerei. A rigore, per acquistare un'idea completa di ciò, bisognerebbe avere modo di conoscere esattamente, con altri mezzi e ad intervalli di tempo possibilmente uguali, la distanza dell'aereo; e poi costruire un grafico esatto della distanza, per confrontarlo con quello ricavabile col telemetro.

Se non che praticamente questi altri mezzi non esistono; e bisognerà dunque accontentarci delle deduzioni conseguenti a metodi di ripiego, come quello tenuto allo scopo dello scrivente, e che qui indichiamo:

Quattro telemetri (due Colzi Bardelli e due Righi) sono installati ai vertici di un quadrilatro di circa 5 metri di lato. Questi telemetri, già collaudati, rettificati e maneggiati da dei provetti telemetristi, seguono uno stesso velivolo.

Di 10 in 10 secondi vengono stabilite le distanze e con queste si costruiscono dei grafici, che si confrontano poi fra loro. È evidente che la maggiore o minore concordanza di questi grafici può servire come indice del grado di fiducia di ciascuno di essi, e, conseguentemente, dell'uso del telemetro in generale.

Nella figura 9 che segue è rappresentata una delle tre serie di grafici raccolti dallo scrivente, e riguardante un velivolo, che navigò, per accordi presi col pilota, con rotta rettillinea, a quota pressochè costante (1500-1600 metri) e con proiezione della rotta a circa 1300 metri dalla stazione telemetrica, cosicchè il sito rimase sempre entro limiti adatti per la continuazione dell'inseguimento.

Già dalle maggiori distanze si nota una sconcordanza, che va dal 7500 ai 5500 m. Essa è senza dubbio dipendente più che da altro da srettifiche in altezza, poichè in quelle condizioni le linee di collimazione formano un piccolo angolo colla linea di separazione del campo ed è nota la grande influenza che la srettifica in altezza ha sulle misure, quando si è costretti a collimare su linee molto oblique.

La differenza non accenna a variare nemmeno col diminuire della distanza, quando cioè, come è noto, gli errori nelle misure sono generalmente minori. Ciò si può spiegare riflettendo che, col diminuire della distanza, cresce il sito, e con questo crescono altre difficoltà, non sufficientemente compensate

Digitized by Google

nemmeno col fatto che le linee di collimazione tendono a divenire normali alla linea di separazione del campo.

Al 170° secondo il sito aveva raggiunto il suo massimo valore; e qui troviamo che, mentre un telemetrista ci dà l'aereo allontanantesi, gli altri ce lo danno come avvicinantesi ancora.

I punti interrogativi rappresentano dati mancanti, per l'una o per l'altra di queste ragioni: o perchè il telemetrista allo scadere dei 10 secondi aveva la scala in grande movimento, così da non consentire al lettore la lettura della distanza, o perchè il dato letto era talmente inverosimile, che il lettore stesso ha creduto suo dovere di scartarlo.

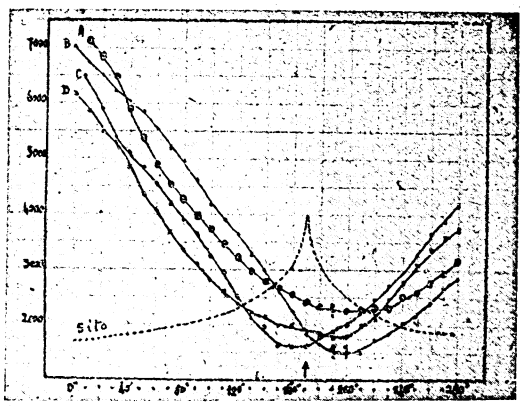


Fig. 9.

Le altre due serie di grafici, ottenute per condizioni pressochè identiche, non si mostrerebbero più confortanti e perciò non si è ritenuto necessario riportarle. Può essere però interessante notare che, dalla osservazione complessiva, non apparirebbe nemmeno lecito assegnare ad un telemetro minor sfiducia che non agli altri.

Il nuovo modo di impiego.

§ VI. — Ritenendo che con ciò debbano apparire abbastanza giustificate le considerazioni esposte in addietro, passiamo a dimostrare come, senza punto portare modificazioni al telemetro, ma semplicemente con una modificazione al suo

Digitized by Google

modo di impiego, quale può ottenersi col cambiamento del suo supporto, tutti (nessuno escluso) gli inconvenienti messi in rilievo possano venire più o meno completamente eliminati. Cosicchè:

1) Si potrà rettificare in altezza collo stesso rigore con cui si rettifica in distanza.

2) Basterà un solo obbiettivo sia per la rettifica in altezza che per la rettifica in distanza.

3) Sarà possibile ottenere che le immagini delle linee scelte come obiettivo risultino sempre normali alla linea di separazione del campo, facilitando così la collimazione, ed eliminando gli effetti disastrosi delle srettifiche nelle collimazioni a linee oblique.

(Questi 3 vantaggi sarebbero ben apprezzabili anche nell'impiego del telemetro per l'inseguimento di obbiettivi non aerei).

4) Si riescirà a continuare l'inseguimento dell'aereo, anche se questo passa allo zenit.

5) Si potrà, rinunciando in certi casi al vantaggio di cui al N.° 3, conseguirne un altro non meno importante: e cioè si potrà togliere al telemetrista la difficoltà dello smezzamento delle immagini al rapido variare del sito, dovuta al conseguente rapido spostamento delle immagini normalmente alla linea di separazione del campo: potendosi ottenere che le immagini appariscano al telemetrista spostantisi non normalmente, ma bensì parallelamente a detta linea.

Si è detto « rinunciando in certi casi al vantaggio di cui al N.° 3 », perchè, come vedremo, può anche accadere che entrambi i vantaggi vengano conseguiti insieme e nella maniera più completa.

A dimostrare la possibilità geometrica di conseguire tutto quanto è stato ora affermato, basterà immaginare che il telemetro, invece di ruotare, come col supporto attuale, attorno a due assi, l'uno sempre orizzontale per le variazioni di sito (a fig. 10) coincidente colla base telemetrica, l'altro verticale (*b*), per le variazioni di direzione, *possa rotare attorno ad un terzo asse* (*c*) normale ai primi due, di maniera che l'asse *a*, ossia la base telemetrica, possa inclinarsi all'orizzonte, ad es.

Digitized by Google

secondo la punteggiata a'. Ciò è concretato poi col supporto che si vede in tutte le figure che seguono.

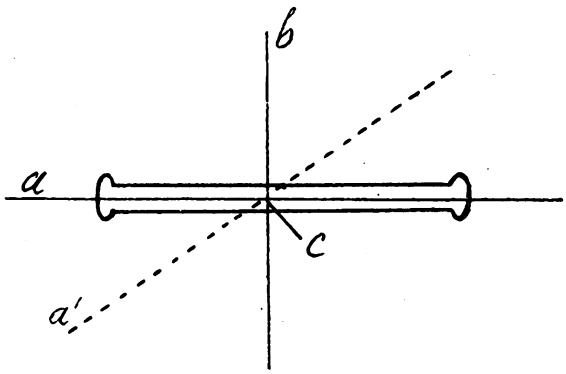


Fig. 10.

§ VII. — Esaminiamo che cosa possiamo conseguire con questo nuovo asse di rotazione, e anzitutto nei riguardi delle rettifiche.

Poniamo prima che si abbia una linea verticale a distanza nota. Col telemetro a base orizzontale, potremmo rettificare su di essa solo in distanza, e non in altezza. Orbene, dopo rettificato in distanza, incliniamo l'asse del telemetro: le due immagini si presenteranno oblique; e se non vi sarà più coincidenza sulla linea di separazione del campo, ciò indicherà evidentemente che il telemetro è srettificato in altezza. Per rettificarlo basterà muovere opportunamente il rullo della rettifica, fino a conseguire di nuovo la coincidenza. E per una rigorosa rettifica sarà lecito fare la media di parecchie battute col telemetro così obliquo (meglio molto obliquo) e confrontare la media colla distanza nota.

Poniamo ora di avere a distanza nota una linea obliqua. Col supporto a base orizzontale noi non possiamo rettificare col voluto scrupolo *in distanza*. Orbene, diamo alla base telemetrica la opportuna inclinazione, perchè le immagini di questa linea ci risultino normali alla linea di separazione del campo, e noi potremo rettificare con rigore in distanza. Per quanto poi abbiamo già veduto, si comprende come, con una nuova inclinazione del telemetro, sia lecito sulla stessa linea obliqua rettificare anche in altezza.

Digitized by Google

Si deve concludere che così *ci basta un solo obbiettivo a distanza nota per le due rettifiche*, sia esso una linea obliqua, verticale od orizzontale; ed inoltre che anche *la rettifica in altezza può essere rigorosa come quella in distanza.*

Poniamo infine di non avere nessun obbiettivo a distanza nota, cosicchè la rettifica in distanza debbasi fare colla *palina a stadia*. Col telemetro a base orizzontale si dovrebbe rinunciare alla rettifica in altezza. Orbene, noi puntiamo ad una linea qualunque (verticale od obliqua), anche se a distanza non nota; facciamo avvenire la collimazione muovendo il rullo della distanza, e seguiamo la distanza misurata. Poi incliniamo il telemetro, così che le due immagini acquistino rispetto alla linea di separazione una inclinazione diversa dalle precedenti (meglio se addirittura opposta), e determiniamo di nuovo la distanza. Solo se il telemetro è rettificato in altezza noi troveremo la medesima distanza. Poichè ciò in generale non accadrà, potremo, con opportuni movimenti del rullo compensatore della altezza, portare la conveniente correzione.

Lasciamo le rettifiche e vediamo oltre.

§ VIII. Il tubo telemetrico, anzichè rimanere, nell'inseguimento, orizzontale come era d'uso, potrà assumere anche nell'inseguimento qualunque inclinazione. E, immaginando che esso venga disposto e mantenuto parallelo alla apparente direzione di rotta dell'obbiettivo aereo, si comprende che nel campo dell'oculare del telemetrista le due immagini dell'obbiettivo in moto devono apparire muoventisi lungo la linea di separazione del campo, cioè parallelamente all'asse del tubo e non più in senso normale alla detta linea di separazione. In tal modo *resta dunque completamente eliminata la difficoltà dello smezzamento per le rapide variazioni di sito.*

Se poi, invece di preoccupazioni per lo smezzamento si avessero preoccupazioni per le rettifiche in altezza, e si ritenesse perciò più utile *eliminare gli errori conseguenti alla collimazione su linee oblique* si potrà allora disporre a mano a mano l'inclinazione del tubo, in tal maniera che (come si è visto per le rettifiche) le linee di collimazione (comunemente i bordi lunghi delle ali) si mantengano normali alla linea di separazione del campo.

Digitized by Google

È anche bene avvertire che, con le linee di collimazione normali a quella di separazione del campo, deve risultare assai facilitato anche lo smezzamento, poichè queste linee hanno maggior possibilità di spostamento, senza cessare di rimanere dimezzate.

§ IX. — Quanto alla *possibilità di continuare l'inseguimento, anche quando l'aereo passa allo zenit*, essa pure appare in questa nuova condizione evidente. Poniamo infatti che l'aereo punti da distanza anche grande (e quindi da sito piccolo) sulla batteria. Il telemetro verrà allora disposto assai obliquo e colla base telemetrica nel piano verticale passante per il velivolo. Nell'inseguimento, il triangolo telemetrico, avente per vertice l'aereo e le squadre ottiche, per effetto della rotazione attorno al nuovo asse potrà essere mantenuto sempre verticale; mentre l'asse del tubo, rimanendo presso che normale alla linea di sito, finirà col diventare orizzontale quando l'aereo si trova allo zenit, e non farà che cambiare senso di inclinazione, quando l'aereo passa oltre.

Giacchè siamo su di questo caso limite, è opportuno anche rilevare che esso, coll'impiego del telemetro a base orizzontale, è il più sconcertante: e non solo per l'effetto morale che lo aereo puntando sulla batteria produce sugli operatori: ma anche e particolarmente perchè si hanno qui le più rapide variazioni di sito e quindi le maggiori difficoltà per lo smezzamento delle immagini. A queste difficoltà poi si deve aggiungerne un'altra ancora: Le buone linee di collimazione, e cioè i bordi lunghi delle ali, appariscono qui orizzontali, e quindi inutilizzabili per lo smezzamento e per la collimazione, dato che la linea di separazione del campo è pure orizzontale.

Orbene col sistema qui proposto si intravede che proprio in questo caso limite si devono *conseguire contemporaneamente i due vantaggi conseguenti alla rotazione attorno al terzo asse.*

E infatti: si potrà con opportuna inclinazione dell'asse telemetrico fare in modo che le linee obbiettivi (bordi delle ali) risultino sempre normali alla linea di separazione del campo, ed inoltre che non subiscano spostamenti normalmente a questa linea. Si devono dunque presentare proprio in questo caso tutte le condizioni più favorevoli per un'ottima collimazione.

Si intravede però dal lato pratico una difficoltà, per quanto riguarda l'operazioni dell'aiuto telemetrista: il quale non potrà

Digitized by Google

certo seguire comodamente i movimenti del suo cannocchiale collimatore conseguenti alla rotazione attorno al terzo asse. Il nuovo modo di impiego potrà pertanto esigere una modificazione circa la posizione ed anche circa la costituzione del sistema ottico del cannocchiale collimatore.

Il nuovo supporto telemetrico (*).

§ X. — Poichè quanto ora esposto ha, diremo così, i caratteri della massima evidenza dal lato teorico e geometrico,

Fig. 11.

la costruzione di un supporto soddisfacente alle nuove condizioni doveva apparire più che opportuna. Ora, nelle figure che seguono è rappresentato il modello costruito secondo le indicazioni dello scrivente (**) e rispondente al nostro scopo. I due

(*) Brevetto Italiano N. 170429 in data 5 marzo 1919.
(**) nel Laboratorio di precisione d'artiglieria.

Digitized by Google

operatori sono in opposizione rispetto al telemetro, e non più dalla medesima parte. Il telemetrista (*) muove il volantino del sito e il rullo della distanza, come col supporto in uso: l'aiuto telemetrista invece, oltre al girare il volantino della direzione gira anche quello della inclinazione. Non è detto che questa distribuzione di lavoro sia la migliore e quindi la definitiva.

Il cannocchiale dell'aiuto telemetrista non è più assicurato ad una estremità del tubo telemetrico. È invece montato su di una piattaforma, avente un duplice collegamento col tubo tele-

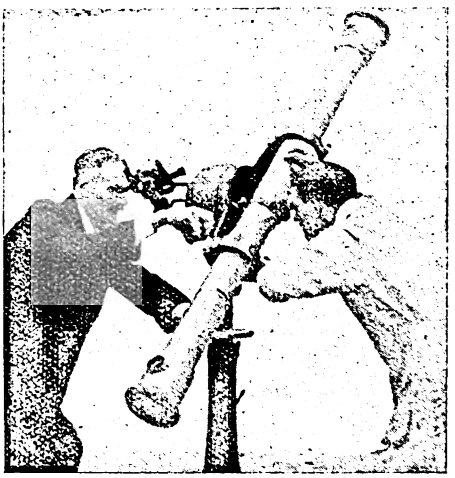


Fig. 12.

metrico. In seguito a ciò, mentre l'asse ottico dell'obiettivo segue la linea di sito, l'oculare si può presentare comodo all'operatore, qualunque sia la inclinazione che assume il telemetro.

Va avvertito però che nelle figure non compare il cannocchiale definitivo, bensì un sistema ottico *di ripiego*, costituito dall'aggruppamento di tre collimatori. Essi sono disposti coi tre assi degli obiettivi vicini e paralleli e coi tre assi degli oculari a 120: ed i loro reticoli hanno ciascuno una linea ausiliaria parallela a quella di collimazione del telemetro. L'aiuto telemetrista può servirsi di quello dei tre collimatori che si presenta coll'oculare più comodo: e, regolandosi colla linea

(*) quello di sinistra della fig. 11 e di destra della fig. 12.

Digitized by Google

ausiliaria, può far acquistare al telemetro, mediante l'apposito volantino, la inclinazione più opportuna per favorire la collimazione.

Fig. 13.

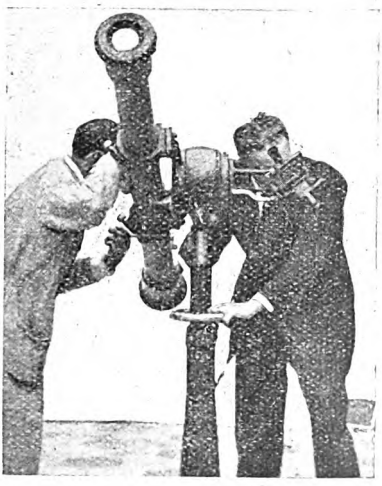


Fig. 14.

L'esperienza ha mostrato in primo luogo come con questo modello si conseguono, senza la minima difficoltà, i vantaggi

Digitized by Google

relativi alle due rettifiche, di cui ai N. 1 e 2 del § 5: e cioè: Con un unico obbiettivo, si rettifica tanto in distanza che

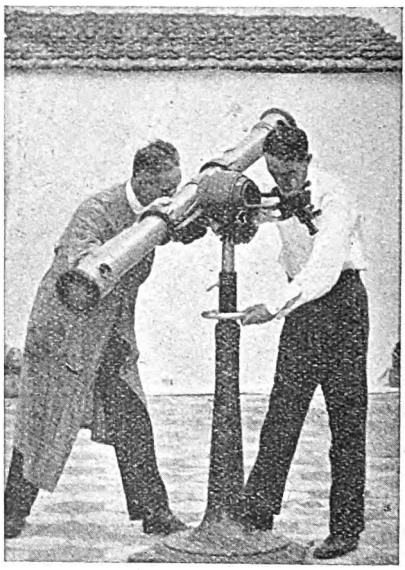


Fig. 15.

Fig. 16.

in altezza, e le due rettifiche si fanno entrambe col massimo rigore.

Digitized by Google

Nel puntamento poi a linee oblique, si può ritenere effettivamente eliminato il grave inconveniente provocato dalle sretttifiche in altezza. Per darne una idea riportiamo nella seguente tabella i dati di una delle tante serie di esperienze eseguite, e che scegliamo a caso. Quivi con A, B, C indichiamo tre linee alla medesima distanza (4600 m), ma diversamente inclinate. La A era inclinata a destra rispetto alla verticale e con angolo di circa 45°: la B a sinistra con angolo di circa 30°, e la C verticale.

Sotto O sono indicate le distanze misurate, mantenendo il telemetro orizzontale: e sotto I quelle ottenute col telemetro opportunamente inclinato. I valori riportati sono ciascuno la media di 10 determinazioni, con punto di merito non inferiore a 16/20. Il telemetro era naturalmente esposto al sole, ma ogni quarto d'ora se ne variava l'orientazione.

	Linea A		Linea B		Linea C
Ore	Distanze				
	O	I	O	I	O
8	4600		4600		4600
9	4850	4650	4210	4600	4680
10	4980	4700	4150	4620	4650
11	4900	4720	4230	4690	4700

All'ottima concordanza dei dati dell'ultima colonna con quelli sotto le lettere I, fa riscontro una grande sconcordanza dei dati sotto le lettere O delle altre colonne. Questi ultimi, ove si prendano come base quelli ricavati per la linea C, diventano col tempo in eccesso od in difetto a seconda della inclinazione della linea: e tanto basta a noi per dedurre che le sconcordanze sono dovute alla srettifica in altezza, conseguente alle variazioni di temperatura per l'esposizione al sole: essendo da escludersi un effetto sensibile della torsione del tubo telemetrico, poichè le culle del supporto sono molto vicine, ed il telemetro (Modello Righi) aveva il tubo abbastanza rigido. E

Digitized by Google

pure alle variazioni di temperatura va attribuito il graduale aumento dei valori della ultima colonna.

Ove si pensi che, con telemetro srettificato in altezza, gli errori conseguenti alla collimazione su linee oblique crescono non già in proporzione coll'angolo di inclinazione, bensì, si può ritenere, colla tangente di tale angolo, si intravede facilmente che, se l'inclinazione delle linee A e B fosse stata anche solo di poco più grande (es. di 60 o 70 gradi), le sconcordanze dei dati sotto le lettere O delle diverse linee sarebbero diventate, a parità di altre condizioni, addirittura enormi.

Quanto ora visto dovrebbe bastare per concludere, come il supporto a 3 assi sia indiscutibilmente da preferisi a quello a due assi: ancorachè si tratti soltanto di impiegare il telemetro per obbiettivi terrestri o marini.

Ma la esperienza ha mostrato poi come si conseguano anche i particolari vantaggi indicati per l'inseguimento di obbiettivi aerei.

Ed infatti è possibile, con inclinazione graduale del telemetro, continuare l'inseguimento anche quando l'aereo passa allo zenit. Ed infine non riesce difficile, con sufficiente pratica ed accordo fra i due operatori, mantenere nell'inseguimento la inclinazione opportuna, sia per eliminare l'inconveniente della obliquità delle linee di collimazione, sia per eliminare la difficoltà dello smezzamento delle immagini.

Quanto, con esattezza, si possa guadagnare nelle misure a questo ultimo riguardo, non può venire mostrato se non col confronto dei diagrammi di volo ottenuti contemporaneamente con almeno tre o quattro telemetri installati sopra supporti a tre assi.

Ma su questo, come pure sul sistema ottico, costituente il nuovo collimatore dell'aiuto telemetrista (sostituito nelle figure come si disse con un sistema ottico di ripiego), lo scrivente confida di poter riferire in altra occasione.

Digitized by Google

G. B. BONINO [1]

STUDI DI SPETTROCHIMICA NELL' ULTRAROSSO

(X). — Sull' influenza delle azioni intermolecolari sulla forma delle bande ultrarosse di assorbimento nei liquidi.

In un recente lavoro sperimentale sullo spettro ultrarosso di alcuni composti liquidi del carbonio J. Ellis [2] trova che per la spiegazione della forma delle bande di assorbimento studiate non è sufficiente la teoria quantica degli spettri di rotazione e vibrazione quale è di applicazione generale per i gas.

La costituzione quindi delle bande di assorbimento infrarosse dei liquidi dovrebbe essere distinta da quella dei gas e tale distinzione si dovrebbe ricercare in un qualche carattere

---

[1] Mentre questo lavoro era in tipografia è apparsa una nota di L. Mensing (Zeits. f. Phys. 34 611 (1925)) che tratta un caso analogo considerando l'effetto Stark del Campo intermolecolare nel gas e calcola per alcuni vapori dei valori di $\delta\nu$ dell'ordine di 10^7 concordanti coi valori sperimentali. Queste vedute e questi calcoli confermano il mio punto di vista nel considerare il forte allargamento delle bande dei liquidi per i quali il campo intermolecolare assume valori di un ordine di grandezza assai più elevato che non nei gas.

A rilevare l'indipendenza di queste mie vedute dal lavoro di Mensing noto che la memoria di quest'ultimo autore giungeva alla redazione del Zeits. f. Phys. il 1° settembre 1925 mentre io già dal giugno 1925 avevo esposto e sviluppato questo mio punto di vista in una comunicazione tenuta a Bologna alla Sezione Emiliana dell'Associazione di Chimica Generale ed Applicata e riassunta nel Giornale di Chim. Ind. e Appl., nr. 7, pg. 409, luglio 1925.

[2] Phys. Rew. XXIII (1924) pag. 48.

Digitized by Google

fondamentale che distingua i due stati che possa avere influenza sui fattori che determinano la data banda di assorbimento.

Da oltre un anno io avevo già trattato sommariamente tal questione (1) proponendomi appunto di studiare l'azione che potevano avere sulla posizione e sulla forma delle bande di assorbimento delle sostanze liquide le azioni intermolecolari che si esercitano appunto nello stato liquido in modo diverso tra i diversi gruppi delle molecole in movimento nel liquido stesso. Che tali azioni avessero una spiccata influenza sulla forma delle bande di assorbimento riusciva evidente da tutto un complesso di fatti sperimentali a cui accennavo nel lavoro citato. In questo ultimo anno a tale serie di fatti sperimentali si sono aggiunte alcune interessanti esperienze di G. Scheibe (2) già comunicatemi amichevolmente dallo Scheibe stesso sulla variazione della forma delle bande di assorbimento di composti organici in soluzione in diversi solventi. Tali ricerche mettono appunto in rilievo la dipendenza anche delle bande ultraviolette dalle azioni intermolecolari che si esercitano allo stato liquido. In questa nota mi propongo quindi di mostrare come lo spettro di assorbimento non solo ultrarosso ma anche ultravioletto di una sostanza allo stato liquido possa essere influenzato dalle azioni intermolecolari.

***

Consideriamo per es. un atomo di idrogeno capace di oscillare attorno alla sua posizione di equilibrio impostagli dal legame con un atomo di carbonio in una molecola di un composto liquido. Il legame tra i due atomi risulterà dell'equilibrio tra le forze di repulsione dei due nuclei atomici e le forze attrattive che eserciterà sui due nuclei uno speciale sistema di elettroni. Questa è almeno l'attuale concezione del legame omeopolare fra due atomi.

Bohr sviluppò già da tempo questa idea per ciò che riguarda la molecola dell'idrogeno supponendo che il sistema che esercita l'attrazione sui due nuclei sia costituito da un anello di due elettroni che si muovono in un orbita circolare in un piano

(1) Gazz. Chim. Ital., LIV, 457-485, (1924).
(2) B. 57, 1330 (1924), 58, 586 (1925).

Digitized by Google

perpendicolare alla retta congiungente i due nuclei dell'idrogeno che formano la molecola. In tal modo Bohr (1) poteva calcolare che la forza risultante agente sui nuclei si esprime con:

$$Q = \frac{2\,e^2\,x}{(x^2+y^2)^{3/2}} - \frac{e^2}{4\,x^2}$$

($2x$ distanza fra i due nuclei, y raggio dell'anello di elettroni, e carica dell'elettrone). I due nuclei sono in equilibrio per valori di $x = b$ e $y = a$ tali che

$$b = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

Come mostra Bohr spostando uno dei nuclei dalla propria posizione di equilibrio lo stesso viene sollecitato da una forza

$$| Q | = \left[\frac{e^2}{a^3} H\right] | X |$$

dove X è lo spostamento del nucleo dalla posizione di equilibrio, H una funzione del rapporto $\frac{\Delta y}{\Delta x}$

Bohr deduce quindi in prima approssimazione che il nucleo può muoversi eseguendo delle oscillazioni armoniche la cui frequenza è

$$\nu = 1{,}91 \times 10^{14} = 191 \times 10^{12}.$$

Bohr osserva che però a questa frequenza non corrisponde un assorbimento nell'idrogeno gassoso ma si potrebbe obbiettare che la frequenza fondamentale (oberbande) dell'idrogeno legato al carbonio nelle molecole è (2)

$$\nu = 177{,}5 \times 10^{12}$$

numero che concorda abbastanza al precedente se si considera l'ordine di approssimazione del calcolo di Bohr. Ad ogni modo potremo considerare che nei gruppi CH l'idrogeno sia legato

(1) Bohr. On the Constitution of atoms and moleculus, Phyl. Mag. 1913, pag. 865.

(2) Ellis, loc. cit.

Digitized by Google

al carbonio da un sistema analogo di elettroni e dall'esame del modello di Bohr potremo concludere:

a) che l'equazione del movimento dell'atomo d'idrogeno è in prima approssimazione della forma:

$$m\,\ddot{X} = -\,m\,k^2\,X$$

b) che il coefficiente k^2 che nel caso del modello di Bohr era:

$$m\,k^2 = \left[\frac{e^2}{a^3}\,H\right]$$

è una funzione della configurazione del sistema degli elettroni che costituiscono il legame tra i due atomi.

c) in particolare dovendo considerare tale legame come formato da un sistema di elettroni moventesi in determinate orbite nello spazio dovremmo concludere che una deformazione qualsiasi di tali orbite porterà una variazione della forza di legame ovverosia una variazione della quantità k.

Quindi dato che dalle variazioni quantiche dell'oscillatore costituito da due atomi riuniti in una molecola siano originate le bande ultrarosse di assorbimento e dalle analoghe variazioni del sistema di elettroni che i due atomi unisce siano originate le bande ultraviolette relative al legame chimico in questione potremo concludere che una deformazione del sistema elettronico che unisce i due atomi porterà delle variazioni sia nello spettro ultravioletto sia nello spettro ultrarosso caratteristico del legame stesso.

Introduciamo in questo punto l'influenza delle azioni intermolecolari sull'oscillatore C-H preso per es. Come si sono considerate di natura elettrica le forze di legame tra i due atomi, potremo considerare pure di tale natura le azioni che le molecole circonvicine esercitano nel liquido sull'atomo di idrogeno preso in considerazione. Del resto già Stark (1) considera tali azioni, che si svolgono tra le molecole allo stato liquido come di natura elettrostatica e dipendenti dal così detto « campo degli elettroni di valenza » dei gruppi atomici impegnati nelle azioni stesse.

---

(1) Stark — Atomdinamic, II, pag. 125 (1915).

Digitized by Google

Senza dover porre all'uopo speciali ipotesi e riserbandomi di ritornare su questo argomento, dovremo considerare quindi il sistema di elettroni costituente il legame tra i due atomi CH come sotto l'azione di un campo elettrico. Il problema si potrebbe porre così: come si muove un sistema dato di elettroni sotto l'influenza di due cariche nucleari (del C e dell'H) e di un campo elettrico variabile d'intensità istantanea R (campo delle azioni intermolecolari sul CH)? Una trattazione quantitativa porterebbe a notevoli difficoltà ma sarebbe in certo qual modo analoga alla trattazione del caso più semplice dell'effetto del campo elettrico sulle orbite elettroniche nell'atomo di idrogeno (effetto Stark). Analogamente a quanto si dimostra per quest'ultimo fenomeno si dovrà giungere a questa conclusione che cioè vengono deformate dal campo così introdotto le orbite descritte dagli elettroni effettuanti il legame CH. La configurazione di detto sistema di elettroni dovrà subire delle variazioni corrispondentemente alle variazioni del campo costituente la risultante delle azioni intermolecolari sul legame CH.

Si potranno quindi, come conseguenza del variare delle azioni intermolecolari, prevedere delle variazioni nelle manifestazioni spettrali sia ultraviolette sia ultrarosse del gruppo CH preso per esempio. Il variare delle azioni intermolecolari potrà dipendere per es. dalla concentrazione del liquido esaminato, dalla natura dal solvente, dalla presenza di altre sostanze disciolte etc. Lasciando per ora lo studio di tale effetto sulla parte ultravioletta dello spettro mi è possibile studiare le variazioni che può subire una banda ultrarossa per effetto delle azioni intermolecolari.

Riferendoci per semplicità all'esempio del gruppo CH, per quanto si era già concluso in precedenza, alla deformazione della configurazione del sistema di elettroni effettuanti il legame CH, deformazione provocata dal variare continuo delle azioni intermolecolari che si esercitano nel liquido sul CH stesso, dovrà seguire una variazione di k nell'equazione del moto dell'atomo di idrogeno preso in considerazione:

$$m\,\ddot{X} = -\,m\,k^2\,X \tag{1}$$

Per ciò che riguarda il movimento di quest'atomo quindi potremo ritenere che la variazione delle azioni intermolecolari porti delle variazioni nel coefficiente k dell'equazione sopra-

Digitized by Google

scritta. Dunque lo studio del movimento dall'atomo di idrogeno sotto l'azione delle forze intermolecolari si riporterà allo studio del movimento di un punto-massa sottoposto all'azione di una forza variabile della forma (1) dove k può variare rispetto al tempo.

***

Introduciamo ora la teoria dei quanta. Supponiamo assente qualsiasi azione intermolecolare. Allora k sarà costante (k_0) e l'oscillatore, supposto formato da un atomo d'idrogeno legato nella molecola, passando da una configurazione stabile caratterizzata dal numero quantico n ad un'altra caratterizzata (per il principio di corrispondenza) dal numero quantico $(n+1)$ assorbirà una radiazione di frequenza

$$\nu_0 = \frac{W_{n+1} - W_n}{h} = \frac{W_n}{n\,h}$$

essendo W_n l'energia totale dell'oscillatore corrispondente al numero quantico n. Se intervengono invece delle azioni intermolecolari nel senso sopraesposto k varierà secondo la variazione delle stesse e, come è pienamente supponibile in modo causale ed abbastanza lento rispetto alle fasi del moto oscillatorio. Si può dimostrare (1) in tal caso che:

$$\frac{2\,\overline{E\,cin}}{\nu} = \text{cost} \qquad (2)$$

---

(1) Per dimostrare rapidamente tale relazione ricordo l'equazione generale del moto che ci interessa:

(1) $$m\,\ddot{X} = -\,m\,k^2 X$$

se k è per es. uguale a k_1 la soluzione dell'equazione (1) sarà:

$$X = A_1 \operatorname{Sen}(k_1\,t + \varrho_1)$$

se k varia ed assume un secondo valore k_2 la nuova soluzione dell'equazione (1) sarà:

$$X = A_2 \operatorname{Sen}(k_2\,t + \varrho_2)$$

Dunque se k varia rispetto al tempo si potrà concludere che la soluzione generale dell'equazione (1) sarà:

(2) $$X = A \operatorname{Sen}(k\,t + \varrho)$$

Digitized by Google

dove $\overline{E\,cin}$ è l' energia cinetica media dell'oscillatore durante un intero periodo, ν la frequenza meccanica dello stesso. Cioè $\frac{2\,\overline{E\,cin}}{\nu}$ è un invariante adiabatico rispetto alle variazioni di k,

---

dove A, k e ϱ variano al variare del tempo. Dalla (2) si avrà derivando due volte rispetto al tempo

$$(3)\qquad \ddot{X} = -\left[A\left\{\frac{d}{dt}(kt+\varrho)\right\}^2 - \ddot{A}\right]\mathrm{Sen}\,(kt+\varrho)$$

$$+\left[A\frac{d^2}{dt^2}(kt+\varrho) + 2\,\dot{A}\frac{dt}{d}(kt+\varrho)\right]\cos(kt+\varrho)$$

Paragonando la (3) con la (1) e ricordando che

$$\mathrm{Sen}\,(kt+\varrho) = \frac{X}{A}$$

ne verrà che affinchè la (3) e quindi la (2) possano soddisfare la (1) occorrerà che :

$$(4)\qquad \left[A\frac{d^2}{dt^2}(kt+\varrho) + 2\,\dot{A}\frac{dt}{d}(kt+\varrho)\right] = 0$$

e

$$(5)\qquad \left[A\left\{\frac{d}{dt}(kt+\varrho)\right\}^2 - \ddot{A}\right] = \frac{A\,k^2}{m}$$

ma la (4) non è altro che la derivata di

$$A^2\frac{d}{dt}(kt+\varrho) = \mathrm{cost}$$

per cui si ha :

$$A^2\,k = \mathrm{cost}$$

e poichè

$$k = 2\pi\nu \qquad \text{avremo} \qquad 2\pi A^2\nu = \mathrm{cost} \qquad (6)$$

Si sa d'altra parte (vedi per es. Guillet — Proprietes cinematiques fondamentales des vibrations — Gauthier — Villars Paris 1913) che l' energia cinetica media durante un periodo di un oscillatore armonico è uguale alla metà dell' energia totale W di vibrazione dell' oscillatore stesso. Perciò

$$W = \frac{1}{2}\,m\,A^2\,k^2 = 2\,\overline{E\,cin} = 2\,m\,A^2\,\pi^2\,\nu^2$$

Digitized by Google

ma sappiamo che (1):

$$\frac{2\,\overline{E\,cin}}{\nu} = \int p\,d\,X = n\,h \text{ (2)} \qquad \text{(a)}$$

dove p è la quantità di movimento dell'oscillatore n il numero quantico dello stesso e h la costante Planck.

Dalla (a) abbiamo cioè il valore della costante indicata nella precedente equazione. Dunque la variazione di k è perciò della frequenza meccanica ν dell'oscillatore può avvenire sotto la condizione (2) senza che varî il numero quantico n. Per il principio di corrispondenza la frequenza delle radiazioni assorbite dall'oscillatore studiato sotto l'influenza delle azioni intermolecolari sarà

$$\nu = \frac{2\,\overline{E\,cin}}{n\,h}\,.$$

Se si indica con $\overline{E_0\,cin}$ l'energia cinetica media dell'oscillatore in corrispondenza di $k = k_0$ (assenza di azioni intermolecolari) e con

$$\Delta\,E = 2\,\overline{E\,cin} - 2\,\overline{E_0\,cin}$$

potremo anche scrivere

$$\nu = \frac{2\,\overline{E_0\,cin}}{n\,h} + \frac{\Delta\,E}{n\,h}$$

---

da cui

$$\frac{2\,\overline{E\,cin}}{\nu} = 2\,m\,A^2\,\pi^2\,\nu$$

ma per la (6)

$$2\,\pi\,A^2\,\nu = \text{cost}$$

e d'altra parte

$$m = \text{cost}$$

per cui in generale:

$$\frac{2\,\overline{E\,cin}}{\nu} = \text{cost}.$$

(1) V. Sommerfeld, Atomb. u. Spektrall. T. I, pg. (243) (trad. franc.

(2) Mancando l'apposito segno tipografico, indico col semplice segno d'integrazione l'integrale di fase.

Digitized by Google

e ricordando che

$$\frac{2\,\overline{E_0\ \text{cin}}}{n\,h} = \nu_0$$

si avrà:

$$\nu = \nu_0 + \frac{\Delta\,E}{n\,h}\,.$$

Poichè le azioni intermolecolari fra molecole in movimento in un liquido si possono ritenere come casualmente variabili rispetto ad una singola molecola, dato il numero enorme di molecole che abbiamo in presenza allorquando sperimentiamo una sostanza, potremo sempre supporre che per un liquido in equilibrio fisico-chimico i valori possibili di $\Delta\,E$ siano distribuiti fra le molecole secondo una data legge statistica.

Considereremo allora il valore medio di tale quantità e lo indicheremo con M. Allora porremo

$$\Delta\,E = M + \Delta_M$$

dove Δ_M è lo scarto della variabile $\Delta\,E$ dal suo valore medio. Quindi per il dato oscillatore

$$\nu = \nu_0 + \frac{M}{n\,h} \pm \frac{|\,\Delta_M\,|}{n\,h}$$

ed ancora scriveremo

$$\nu_0 + \frac{M}{n\,h} = \nu_m$$

dove ν_m sarà appunto la frequenza relativa al valore medio di $\Delta\,E$ per cui

(b)
$$\nu = \nu_m \pm \Delta\,\nu$$

se poniamo

$$\Delta\,\nu = \pm\,\frac{|\,\Delta_M\,|}{n\,h}$$

cioè l'oscillatore considerato potrà assorbire delle radiazioni ultrarosse in una banda continua attorno alla frequenza ν_m. *L'energia di tale oscillatore ad ogni istante sarà data dalla somma di due termini. Il primo termine pari a* $2\,\overline{E_0\ \text{cin}}$ *relativo all'energia dell'oscillatore supposto isolato. Il secondo termine* $\Delta\,E$ *che si può definire come un termine dell'energia intermolecolare relativa al dato atomo o gruppo atomico.*

Digitized by Google

Stabilita la possibilità di un allargamento della banda spettrale ultrarossa per effetto delle azioni intermolecolari ci si può chiedere: nel caso in cui questa fosse praticamente l'unica causa che provoca l'allargamento della banda spettrale come possiamo noi ricavare dal risultato ottenuto una relazione che ci dia la forma della banda stessa? A questo quesito ho già dato in altri lavori una risposta basandomi su un risultato analogo ottenuto però con un ordine di ragionamenti assai meno generali di quelli sviluppati nel presente lavoro.

Però volendo estendere in tale senso la portata del risultato ottenuto coll'equazione (b) occorrebbe introdurre delle nuove ipotesi sui rapporti che possono intercedere fra una variazione quantitica di un oscillatore e il valore dell'energia intermolecolare che ad esso compete.

Ma dell'esame delle ipotesi che si possono a tale proposito formulare, delle conseguenze alle quali ciascuna di esse può portare, delle possibili conferme sperimentali delle stesse farò oggetto di un prossimo lavoro.

Bologna, Istituto di Chimica Generale della R. Università,
Giugno 1925.

Digitized by Google

G. B. BONINO

STUDI DI SPETTROCHIMICA NELL'ULTRAROSSO

(XI). — Sulla banda doppia degli alcool a 3,0-3,4 μ.

In una serie di precedenti lavori (1) ho potuto dimostrare come la banda di assorbimento con massimo a circa 3,4 μ presentata nello spettro ultrarosso dai composti contenenti il gruppo C-H sia da attribuirsi ad oscillatori costituiti da atomi di idrogeno legati al carbonio.

Tale dipendenza era messa in rilievo anche dall'andamento quantitativo del massimo di assorbimento in serie omologhe di composti.

Si poteva osservare infatti, sia dai valori della bibliografia, sia dai valori sperimentali misurati nelle mie esperienze, che il coefficiente molecolare massimo di assorbimento della detta banda aumentava secondo una data legge, che io interpolavo con una funzione logaritmica, coll'aumentare del numero di atomi di idrogeno presenti nella molecola.

L'aumento di un atomo di idrogeno nella molecola non porta un incremento costante nel coefficiente massimo di assorbimento, quindi non si può parlare in senso stretto di additività dell'assorbimento riferendoci al solo massimo della banda, ma ciò non toglie che in generale all'aumento, nella molecola, del numero degli elementi che provocano l'assorbimento si verifichi un aumento del coefficiente molecolare di assorbimento.

(1) Vedi tutta una serie di lavori sia in Atti Società Ligustica Scienze e lettere sia in Gazzetta Chimica Italiana dal 1922 al 1925.

Digitized by Google

***

Tutte le sostanze contenenti il gruppo OH presentano una banda distinta con massimo a circa 3 μ, banda che gli autori attribuiscono all'ossidrile senza specificare ulteriormente. Esiste però una confusione piuttosto notevole in ciò che concerne l'andamento dell'intensità del massimo di assorbimento per la detta banda rispetto al numero degli ossidrili esistenti in molecola. Invero gli autori precedenti rivolsero in special modo le loro cure alle variazioni qualitative dello spettro ultrarosso rispetto alla costituzione chimica, e cioè cercavano di rilevare solo i possibili spostamenti dei massimi di assorbimento poco curandosi delle intensità (1). Troviamo così nella letteratura a questo proposito, delle indicazioni piuttosto vaghe. Nel caso speciale della banda a 3-3.4 μ attribuita all'ossidrile tale incertezza è vieppiù marcata ed ha attirato in modo speciale la mia attenzione poichè, come dirò in seguito, io trovo viceversa che i dati sperimentali esistenti nella bibliografia permettono di dare una risposta netta al quesito della dipendenza dell'intensità dell'assorbimento della banda 3 μ dal numero di ossidrili per molecola.

Invece per es. il Lecomte (2) in un pregevolissimo e recente suo lavoro a tale proposito crede di poter affermare che le conclusioni del lavoro di Ransohoff (3) sono che l'assorbimento non è additivo quando più ossidrili entrano nella stessa molecola e che la ripetizione di una stessa funzione nella molecola non rende le bande più intense. Ancora in una nota più recente (4) dice lo stesso autore che per ciò che concerne i polialcool, glicol e glicerina, la presenza nella molecola di più gruppi alcoolici non modifica l'andamento generale dell'assorbimento. Il contenuto di queste conclusioni mi trova d'accordo per ciò che riguarda in generale l'andamento qualitativo dello spettro (cioè

(1) Tale rilievo non è però applicabile ai pregevolissimi lavori iniziati nel 1914 da Victor Henri nell'ultrarosso ed interrotti per il sopraggiungere della grande guerra europea e ripresi in modo magistrale in questi ultimi anni.

(2) Contribution a l'étude de L'absorption des Rayons infra Rouges par les Composés Organiques Paris 1924.

(3) L. Ransohoff Dissertation Berlin 1896.

(4) Comptes Rendus T. 180 N. 11 pag. 825.

Digitized by Google

la posizione delle bande). Ma invece mi trova nettamente contrario per ciò che concerne l'andamento quantitativo ovverosia l'intensità delle diverse bande. Ed è bene chiarire meglio questo punto. Le misure di Ronsohoff (loc. cit.), di Weniger (1), di Lecomte (loc. cit.) etc etc. sugli alcool sono espresse coll'assorbimento percentuale dello strato di un dato spessore di liquido. Queste misure così espresse sono tali da confermare in linea di massima un'indipendenza tra l'intensità della banda a 3 μ ed il numero di ossidrili per molecola.

Mi pare però che se si vuol mettere a confronto una misura di assorbimento con la composizione della molecola del corpo assorbente occorrerà riferire la detta misura non ad unità di spessore dello strato liquido ma bensì al numero di molecole del composto assorbente contenuto nello strato stesso. Così se vogliamo studiare la dipendenza tra il numero degli ossidrili per molecola e l'intensità della banda a 3 μ per es. degli alcoli, dei glicol etc. sarà necessario esprimere le misure non con il rapporto $\frac{I}{I_0}$ delle intensità incidenti e trasmesse, bensì con uno dei coefficenti assorbimento che sono riferiti alla molecola grammo. Per esempio col coefficente ε dedotto dalla relazione $I = I_0\, 10^{-\varepsilon c d}$ dove d è lo spessore dello strato liquido e c la concentrazione in molecole grammi-litro della sostanza assorbente.

Ed invero, esprimendo in tal modo le misure, ho potuto trovare nel caso delle bande dovute al C-H una netta relazione tra l'intensità del massimo della banda ed il numero di atomi di idrogeno per molecola legati direttamente al carbonio.

Una seconda avvertenza da tener presente in questo caso, in cui dobbiamo occuparci delle manifestazioni spettrali quantitative di due gruppi distinti (CH e COH), sarà quella di paragonare valori sperimentali di composti che, all'infuori della variazione degli OH e degli H che si sta studiando, si presentino per il resto il più possibile eguali. È perciò che sarà utile paragonare fra loro solo i dati relativi ad alcoli della stessa serie omologa ed aventi tutti lo stesso numero di atomi di carbonio.

---

(1) Phys Rev. 31 p. 388 (1910).

Digitized by Google

Con tale direttiva già da due anni iniziai a Genova, nel Laboratorio di Chimica Farmaceutica di quella Università, delle ricerche su una serie di composti liquidi a funzione alcoolica che si prestava ottimamente allo scopo, e tali misure, che vennero interrotte dal mio passaggio a Bologna e che spero poter qui ultimare non appena avrò la possibilità materiale di realizzare in questo laboratorio la necessaria montatura sperimentale, non confermavano affatto la tesi dell'indipendenza del numero degli ossidrili per molecola dall'intensità del massimo di assorbimento della banda in questione. Ma non posso riferire ancora in modo completo su queste mie misure sperimentali. Perciò in questa nota riprendendo i valori sperimentali di Ransohoff (loc. cit.) dimostrerò che è erroneo credere, come è ripetuto nella bibliografia, che le conclusioni del lavoro di Ransohoff sono che l'assorbimento non varia quando più ossidrili entrano nella stessa molecola. I valori sperimentali che riporto si riferiscono ai seguenti alcoli: alcool etilico, alcool propilico normale glicol etilenico, glicol propilenico normale, glicerina.

Tutti questi composti presentano nella zona 2,5-4 μ una banda doppia di assorbimento di cui un massimo è circa a 3,0 μ ed un altro massimo a 3,4 μ. Ricordando che i composti analoghi del carbonio ma solo idrogenati (idrocarburi) presentano in detta regione un solo massimo di assorbimento a 3,4 μ circa sarà facile supporre che anche negli alcool tale massimo sia dovuto agli atomi d'idrogeno direttamente uniti al carbonio (legame C-H) mentre il nuovo massimo a 3,0 μ si può, concordemente agli altri autori, attribuire all'ossidrile.

Resterebbe però a vedere se tale banda con massimo a 3 μ si deve attribuire ad oscillatori costituiti da un gruppo OH uniti ad un carbonio ovvero da un atomo di idrogeno che oscilla attorno alla sua posizione di equilibrio impostagli dal legame col restante della molecola. Non affronto per ora tale questione per la risoluzione della quale non posseggo ancora sufficiente materiale sperimentale.

In conformità a quanto ho precedentemente pubblicato sarebbe quindi da aspettarsi innanzi tutto (a parità di atomi di carbonio) una diminuzione dell'intensità del massimo a 3,4 μ coll'aumentare in uno dei suddetti composti del numero degli ossidrili in molecola (e quindi col diminuire del numero di atomi di idrogeno direttamente legati al carbonio). Parallelamente ci si dovrebbe aspettare, viceversa, un aumento dell'in-

Digitized by Google

tensità del massimo a 3,0 μ che dovrebbe essere legato al numero dei gruppi ossidrili. E rilevo appunto questa speciale condizione che si verifica negli alcool a eguale numero di atomi di carbonio che ci dovrebbe importare (per la sola sostituzione di un idrogeno con un ossidrile) a variazioni inverse dell'intensità dei due massimi di assorbimento.
Questa previsione mia è confermata dai valori sperimentali riferiti alla molecola grammo.

Le misure di trasmissione su ricordate vennero riportate a coefficienti di assorbimento assumendo i valori del peso specifico a temperatura ambiente e assumendo come misura unitaria di spessore lo strato di millimetri 0,013 costantemente utilizzato in tutte le misure sperimentali. Nelle tabelle seguenti sono appunto riportati i valori sia dell'assorbimento percentuale, sia dei coefficienti riferiti alla molecola grammo.

Alcool etilico $CH_3 . CH_2 OH$

lunghezza d'onda in μ	$\frac{I}{I_0}$	ε
2.77	0.72	0.0082
2.86	0.34	0.0259
2.94	0.11	0.0551
3.02	0.085	0.0615
3.11	0.17	0.0442
3.19	0.39	0.0235
3.27	0.52	0.0163
3.35	0.275	0.0322
3.43	0.205	0.0395
3.50	0.365	0.0251
3.58	0.60	0.0127

Digitized by Google

Alcool propilico normale $CH_3 . CH_2 . CH_2 OH$

lunghezza d'onda in μ	$\frac{I}{I_0}$	ε	lunghezza d'onda in μ	$\frac{I}{I_0}$	ε
2.70	0.91	0.0030	3.27	0.585	0.0173
2.83	0.57	0.0181	3.35	0.315	0.0374
2.92	0.22	0.0491	3.43	0.18	0.0562
3.00	0.10	0.0746	3.50	0.365	0.0326
3.06	0.115	0.0701	3.60	0.69	0.0120
3.14	0.285	0.0407			

Glicol etilenico $CH_2 OH . CH_2 OH$

lunnhezza d'onda in μ	$\frac{I}{I_0}$	ε	lunghezza d'onda in μ	$\frac{I}{I_0}$	ε
2,70	0.83	0.0044	3.19	0.13	0.0496
2.83	0.12	0.0515	3.30	0.28	0.0302
2.88	0.07	0.0647	3.35	0.26	0.0322
2.94	0.06	0.0692	3.43	0.215	0.0374
3.02	0.055	0.0706	3.50	0.295	0.0296
3.08	0.075	0.0631	3.58	0.52	0.0159

Glicol propilenico $CH_2 OH . CH_2 . CH_2 OH$

λ in μ	$\frac{I}{I_0}$	ε	λ in μ	$\frac{I}{I_0}$	ε
2.70	0.88	0.004	3.17	0.125	0.0654
2.77	0.655	0.0133	3.30	0.325	0.0353
2.86	0.11	0.0699	3.35	0.25	0.0436
2 92	0.07	0.0837	3.43	0.19	0.0524
3.00	0.06	0.0886	3.50	0.31	0.0361
3.08	0.08	0.0795	3.62	0.605	0.0151

Digitized by Google

Glicerina $CH_2\,OH\,.\,CH\,OH\,.\,CH_2\,OH$

λ in μ	$\frac{I}{I_0}$	ε	λ in μ	$\frac{I}{I_0}$	ε
2.70	0.90	0.0033	3.02	0.055	0.0920
2.83	0.22	0.048	3.11	0.075	0.0821
2.92	0.09	0.0763	3.19	0.14	0.0623

Riassumo nella seguente tabella i coefficienti massimi di assorbimento a $3\,\mu$ circa (banda dell' ossidrile) per ciascuna delle due serie (bicarbonica e tricarbonica) di alcool.

A - Serie bicarbonica — Banda relativa all' OH

Composto	nr. di ossidrili	ε a $3{,}0\,\mu$ circa
$CH_3\,CH_2\,OH$	1	0.0615
$CH_2\,OH\,CH_2\,OH$	2	0.0706

B - Serie tricarbonica.

Composto	nr. di ossidrili	ε a $3{,}0\,\mu$ circa
$CH_3\,CH_2\,CH_2\,OH$	1	0.0746
$CH_2\,OH\,CH_2\,CH_2\,OH$	2	0.0886
$CH_2\,OH\,CH\,.\,OH\,.\,CH_2\,OH$	3	0.0920

Si può dunque concludere nettamente che a parità di atomi di carbonio l'introduzione nella molecola di un nuovo ossidrile porta un aumento nell'intensità del massimo della banda a $3\,\mu$ circa. Questa conclusione potrebbe anche interpretarsi come una delle ragioni sperimentali per attribuire all'ossidrile la banda a $3\,\mu$. Viceversa i coefficienti massimi della banda a $3{,}4\,\mu$ diminuiscono nelle stesse serie:

Digitized by Google

A - Serie Bicarbonica.

Composto	numero di H legati al C	ε a 3,4 μ circa
$CH_3\ CH_2\ OH$	5	0.0395
$CH_2\ OH\ CH_2\ OH$	4	0.0374

B - Serie Tricarbonica

Composto	numero di H legati al C	ε a 3,4 μ circa
$CH_3\ CH_2\ CH_2\ OH$	7	0.0562
$CH_2\ OH\ CH_2\ CH_2\ OH$	6	0.0524

Dunque la sostituzione di un idrogeno legato direttamente al carbonio porta una diminuzione nel massimo della banda a 3,4 μ. Questa conclusione aggiunge ancora una alle numerose conferme della dipendenza tra l'intensità del massimo a 3,4 μ circa ed il numero di atomi d'idrogeno legati nella molecola direttamente al carbonio. Un piccolo scarto però si osserva tra il valore dell'intensità del massimo a 3,4 μ del glicol propilenico e della glicerina. Infatti il valore relativo del glicol propilenico dovrebbe essere superiore a quello della glicerina che ha un idrogeno di meno legato direttamente al carbonio. Viceversa il valore che si calcola per la glicerina è leggermente superiore a quello del glicol propilenico. È bene però notare che mentre tutti gli altri prodotti usati da Ransohoff (loc. cit.) pag. 14, gli erano stati forniti espressamente da Kahlbaum con tutte le garanzie del caso, il glicol gli era stato preparato da un laureando in chimica in via di amicizia. Ora potrebbe ben darsi che questo glicol non fosse molto puro e che da ciò dipendesse la pur piccola differenza che si osserva. Ad eliminare quindi questa minima differenza si potrebbero ripetere le misure su un glicol propilenico normale di purezza ben conosciuta. Ma su tale ricerca riferirò in una prossima nota.

Digitized by Google

(XII). — Sulla forma delle bande degli acool in relazione al numero ed alla posizione degli ossidrili nella molecola.

In una nota precedente sullo spettro ultrarosso di assorbimento degli alcool e dei glicol ho rilevato come l'intensità del massimo della banda a 3μ circa attribuita all'ossidrile aumenti coll'aumentare del numero di ossidrili nella molecola e come sia inesatto l'asserire che la ripetizione nella molecola di una stessa funzione (che provoca una data banda) non rende la banda stessa più intensa. Ma i dati sperimentali pubblicati nella stessa nota mettono ancora in rilievo delle notevoli pasticolarità circa le relazioni esistenti tra la forma delle dette bande ed il numero e la posizione degli ossidrili contenuti nella molecola della sostanza assorbente.

Mi riferisco in modo particolare alla banda con massimo a 3μ attribuita all'ossidrile sia perchè questa banda è più marcata negli spettri degli alcool pubblicati che non quella relativa al CH e si presenta quindi molto meglio alla considerazione della forma, sia perchè i rilievi seguenti portano un nuovo contributo alla conoscenza della dipendenza tra l'andamento di dette bande ed il numero e la posizione degli ossidrili nella molecola.

Dunque tracciando le curve di assorbimento degli alcool riferendo le misure alla molecola grammo, si osserva per ciascuna serie di composti a numero eguale di atomi di carbonio che l'introduzione di un nuovo ossidrile nella molecola porta ad un allargamento delle bande con massimo a 3μ circa (banda dell'ossidrile). Il fatto si osserva nettamente nei diagrammi che ho tracciati coi valori pubblicati nella precedente nota, sia confrontando l'alcool etilico col glicol etilenico sia l'alcool propilico col glicol propilenico. Assumendo come misura della larghezza della banda la differenza tra le lunghezze d'onda corrispondenti ad un coefficiente di assorbimento che sia la metà del massimo (ciò che corrisponde approssimativamente alla costante g delle note formule di Keteler-Helmoltz [1]) possiamo riportare numericamente nelle tabelle seguenti le osservazioni supradette (v. figure).

---

[1] Vedi per es. Henri Études de Photochemie Paris 1919 pag. 120.

Digitized by Google

A - Serie bicarbonica

Composto	Larghezza della banda
$CH_3\ CH_2\ OH$	0,30
$CH_2\ OH\ CH_2\ OH$	0.47

B - serie tricarbonica.

Composto	Larghezza della banda
$CH_3 . CH_2 . CH_2\ OH$	0.260
$CH_2\ OH\ CH_2\ CH_2\ OH$	0.405
$CH_2 . OH . CH\ OH . CH_2\ OH$	0,410

L'introduzione di un ossidrile in un carbonio primario porta dunque una variazione di 0,17 μ nella serie bicarbonica e di 0,145 μ in quella tricarbonica, viceversa l'introduzione di un ossidrile nel carbonio secondario del glicol propilenico porta una variazione assai più piccola direi quasi trascurabile.

D'altra parte osservo che a parità del numero di ossidrili per molecola (glicol etilenico e glicol propilenico) la banda è più larga nel caso in cui i due ossidrili siano vicini tanto che è più larga la banda relativa al glicol etilenico che non quella relativa al glicol propilenico. Sarebbe ora assai interessante poter eseguire delle misure sul glicol propilenico:

$$CH_2\ OH . CH\ OH . CH_3$$

per stabilire l'influenza dell'ossidrile al carbonio secondario sia nei riguardi dell'andamento del massimo di assorbimento a 3 μ circa, sia nei rapporti dell'allargamento della banda stessa. Ma su tali misure in parte già iniziate a Genova riferirò non appena mi troverò nelle condizioni di poterle ultimare.

Digitized by Google

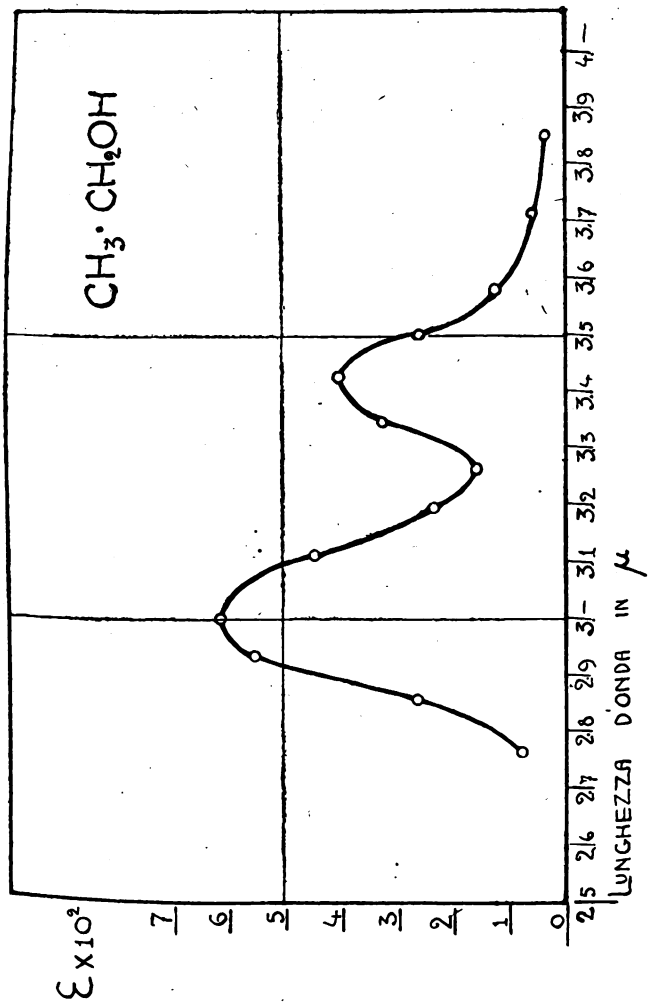


Fig. 1.

Digitized by Google

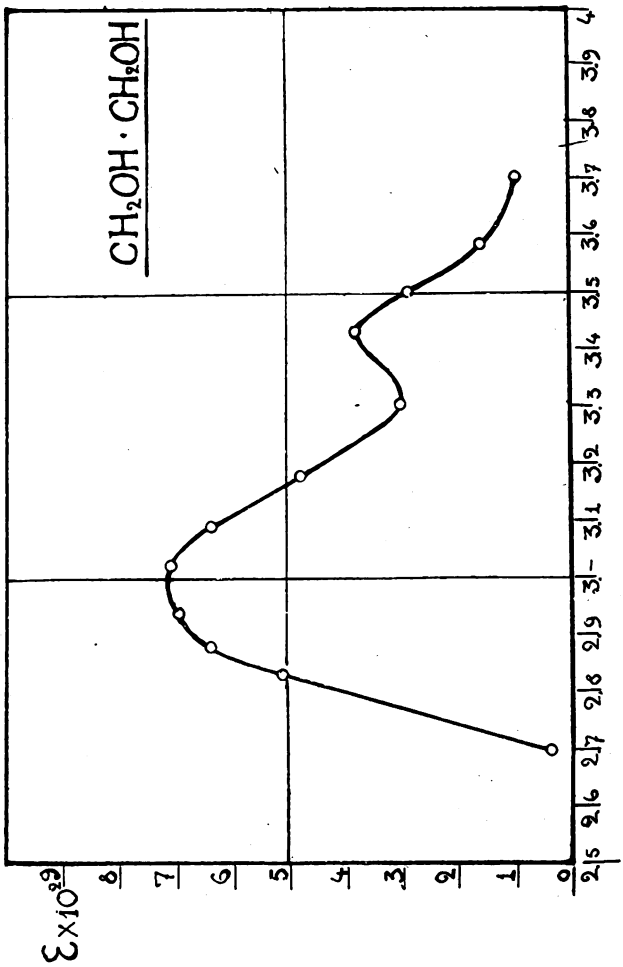


Fig. 2.

Digitized by Google

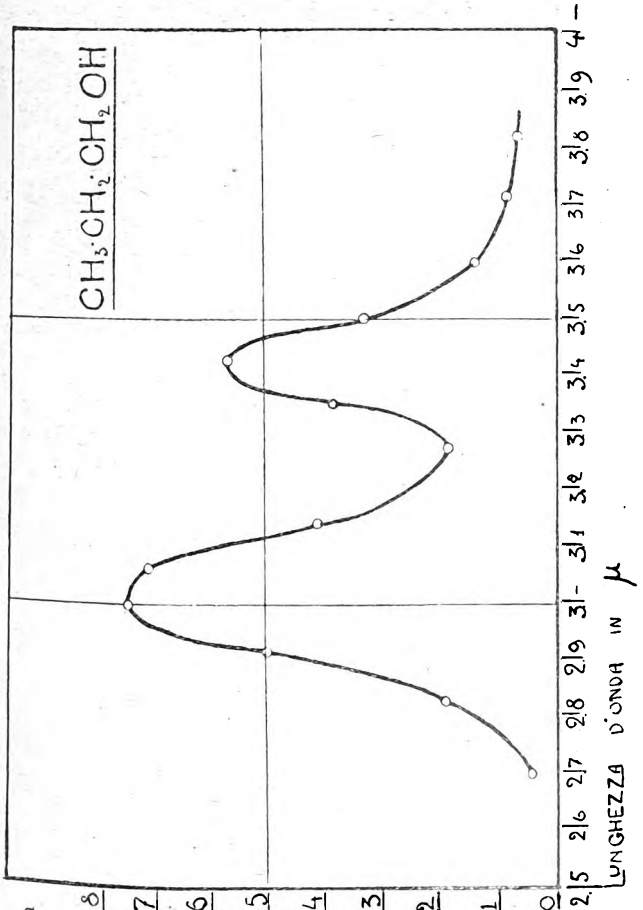


Fig. 3.

Digitized by Google

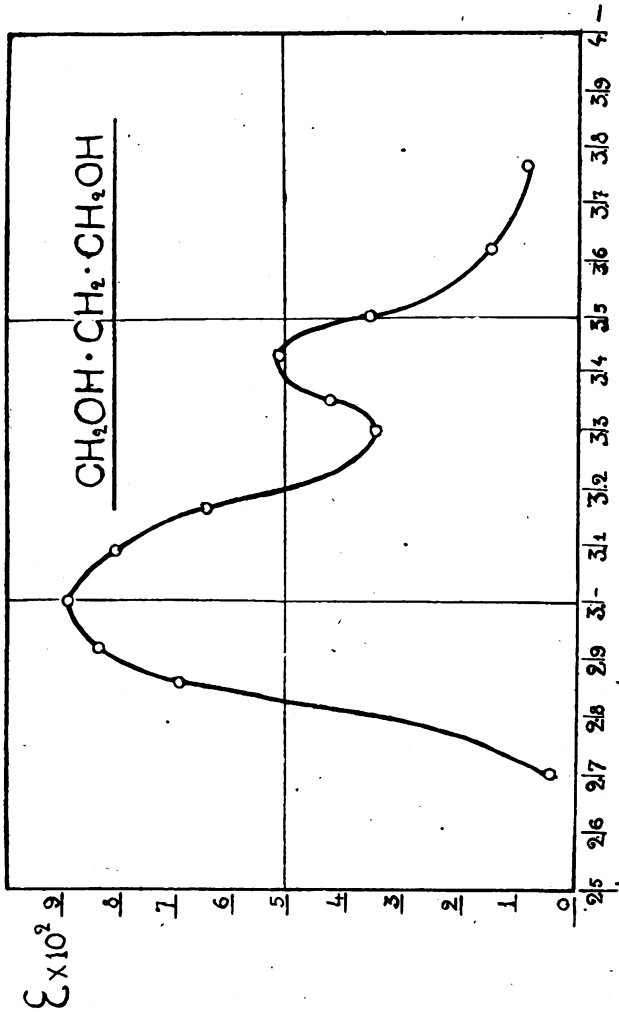


Fig. 4.

Digitized by Google

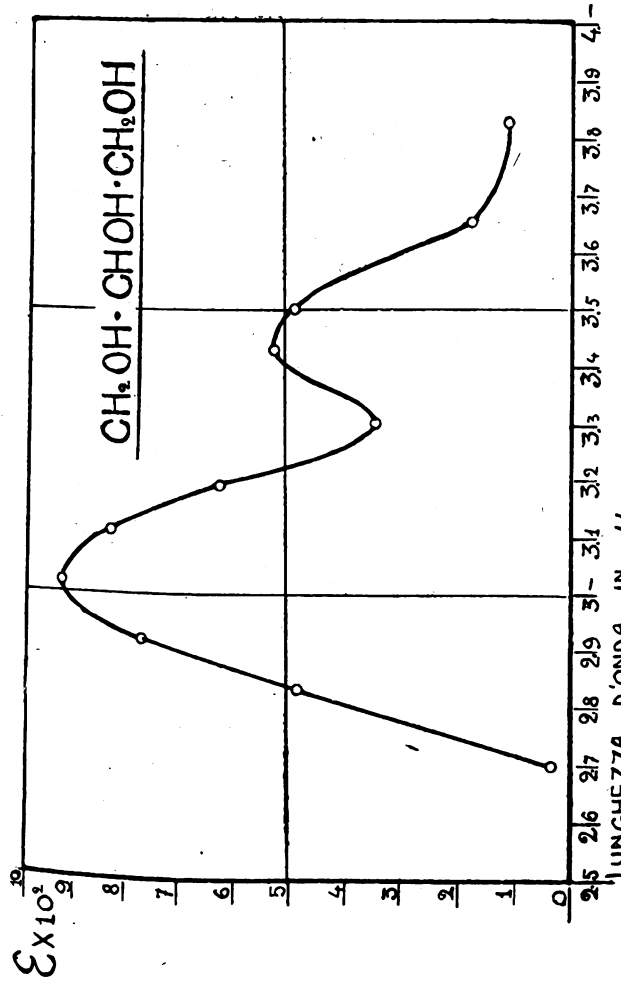


Fig. 5.

Digitized by Google

(XIII). — Sull' andamento dei coefficienti di assorbimento riferibili al CH nelle bande degli alcool.

(*In collaborazione colla Sig.na J. Ragazzi*).

In un lavoro precedente ho mostrato come sia erroneo credere che la conclusione del lavoro di Ransohoff [1], sullo spettro di assorbimento degli alcool, sia che l'introduzione successiva di ossidrili nella molecola di un alcool monovalente non alteri affatto l'intensità della banda a 3μ circa attribuita appunto all'ossidrile. Gli alcool mostrano tra 2,5 e 4μ una banda doppia con un massimo di assorbimento a $3{,}0\mu$ ed un altro a $3{,}4\mu$. Si potrebbe interpretare questa banda doppia o come un unica banda a due teste riferibile alle variazioni di quanti di vibrazione e rotazione di un unico oscillatore per cui non si verifichi la variazione $0, \rightarrow 1$ del numero quantitico di rotazione [2] (come accade nelle così dette bande doppie dei gas, esempio: HCl). In questo caso si potrebbe supporre che l'insufficienza di dispersione nascondesse la struttura discontinua delle due parti della banda doppia. Ma si potrebbe anche interpretare questa banda doppia come formata da due bande semplici vicine ma indipendenti e relative a due oscillatori diversi esistenti nella molecola. A conferma di questa seconda ipotesi sta il fatto che uno dei massimi della doppia banda degli alcool nella zona su descritta coincide col massimo della banda che ho dimostrato [3] essere originata da oscillatori formati da atomi di idrogeno legati direttamente al carbonio mentre l'altro massimo (quello attribuito all'OH) corrisponde alla posizione di massimo assorbimento di una banda che l'acqua presenta nella stessa parte dello spettro ultrarosso [4]. Dunque si sarebbe tratti ad avvalorare la supposizione che la banda doppia degli alcool sia formata da due bande distinte una delle quali (con massimo a $3{,}4\mu$ circa) relativa ad oscillatori costituiti da atomi di idrogeno legati direttamente al carbonio

---

(1) Dissertation Berlin (1896).

(2) V. per es. Sommerfeld, Atombau u. Spektr. Linien trad. Franc. pag. 503.

(3) Gaz. Chim. Ital. LV 576 (1925).

(4) V. Coblentz, Investig. of. Infr. Spectr. Carnegie Inst. 1905.

Digitized by Google

e l'altra (con massimo a 3,0 μ circa) relativa ad oscillatori costituiti da un ossidrile legato ad un carbonio oppure, meglio, da un atomo d'idrogeno ossidrilico: alternativa quest' ultima sulla quale ritornerò in un prossimo lavoro.

La seconda ipotesi è confermata anche dal fatto che, a parità del numero degli atomi di carbonio, i coefficienti massimi delle due bande, sostituendo atomi d'idrogeno con ossidrili, variano nel senso di un aumento per ciò che concerne il massimo di assorbimento a 3,0 μ (banda dell'ossidrile) e nel senso di una diminuzione per il massimo a 3,4 μ (banda del CH).

Queste regolarità vennero documentate in un lavoro precedente. Unica eccezione si riscontrava nel massimo a 3,4 μ (banda del CH) del glicol propilenico la cui intensità era quasi coincidente (ma leggermente maggiore) con quella relativa al massimo della glicerina mentre quest'ultima sostanza possiede un atomo di idrogeno legato direttamente al carbonio di meno del glicol propilenico. Nel lavoro citato accennavo appunto all'opportunità di ripetere le misure eseguite da Ransohoff sul glicol propilenico normale e di tali misure da me in parte eseguite a Genova riferisco nella presente nota.

Dispostivo sperimentale.

Le misure sugli alcool vennero eseguite da Ransohoff nello spettro ultrarosso usando un apparecchio molto dispersivo a prisma di fluorite e con tali mezzi l'Autore citato riesce a separare nettamente le due parti della banda a 3,0 e 3,4 μ che ci interessa. Anche recentemente Lecomte usa il prisma di fluorite per separare le due parti della banda doppia degli alcool. Non è perciò da credere che detta banda non si possa risolvere anche con un prisma di salgemma che, come è notorio, ha nella regione di 3-3,5 μ una dispersione circa metà di quella della flourite. Effettivamente le misure di Coblenz (1) (piccolo spettrometro), di Henri (2) e del Lecomte (3) stesso eseguite sugli alcool usando prisma di salgemma non riescono a mettere

(1) loco citato.
(2) Études de Photochimie. Paris 1919.
(3) Contrib. a l'etude etc. Paris.

Digitized by Google

in evidenza le due teste della doppia banda degli alcool. Ma una serie di misure eseguite da Coblentz [1] su composti a funzione alcoolica con prisma di sale e con specchi spettrometrici di una lunghezza focale doppia di quella relativa all'ordinario spettrometro usato, mettevano nettamente in evidenza i due massimi a 3,0 e 3,4 μ circa, nonchè la forma delle due bande in questione.

Però per mettermi nelle condizioni necessarie per poter separare coi miei mezzi sperimentali le due teste della banda degli alcool, ho dovuto restringere le fessure spettrometriche, fino ad una apertura equivalente a meno di 2' fatto questo che diminuiva in modo notevole la quantità di energia che cadeva sulla pila termoelettrica dello spettrometro. Onde ovviare a questo inconveniente ho impiegato 3 mezzi.

a) Ho aumentato l'intensità della sorgente delle radiazioni sostituendo la lampada di Nernst da 0,7 — 0,8 amp. con un altra lampada di Nernst a doppio filamento nella quale potevo far circolare da 1,7 a 1,8 amp.

b) Ho diminuito lo spessore dello strato liquido fino a circa 0,6 centesimi di millimetro.

c) Ho aumentato la sensibilità del rivelatore.

Per poter diminuire lo spessore dallo strato liquido ho costruito una cella di assorbimento nel seguente modo: Due vetrini copriogetti di cm. 4×3 e dello spessore di 0,1 mm. circa venivano sovrapposti inserendo fra gli stessi un filo ad U di platino dello spessore di circa un centesimo di millimetro. I due vetrini erano sovrapposti in modo tale da non ricoprirsi perfettamente perchè uno di essi era più corto dell'altro di circa $^1/_2$ mm. Con questi due vetrini accoppiati veniva formata una parete di una delle solite celle già descritte [2] tenendo tutte le parti pressate insieme mediante un sistema apposito di molle. In detta cella si versava il liquido da esaminare in modo che formasse uno straterello di circa 2 mm. sul fondo, tale da lasciar libero passaggio ai raggi. Ma attraverso alla fessura lasciata dal vetrino copriogetti più corto il liquido saliva per capillarità tra i due vetrini frapponendo così ai raggi uno strato di $^m/_m$ 0,01 circa. Questo tipo di cella presentava il

(1) l. c.

(2) V. Gaz. Chim. Ital. (1923).

Digitized by Google

vantaggio di poter utilizzare degli strati assai piccoli di liquido pur essendo la quantità totale della sostanza posta nella cella diverse centinaia di volte superiore di quella che cade sotto i raggi. Fatto questo che ci metteva più al sicuro sia contro possibili inquinazioni del liquido sia contro un troppo rapido riscaldamento dello stesso. Per evitare meglio tale riscaldamento il corpo laterale della cella era costituito da una relativamente forte massa metallica che ci garantiva un ottimo scambio di calore coll'ambiente esterno tenuto a temperatura costante.

L'aumento della sensibiltà del rivelatore l'ho ottenuta sostituendo il quadro mobile del galvanometro di resistenza alquanto superiore a quella della pila termoelettrica con un avvolgimento appositamente costruito e di una resistenza eguale a quella della termopila e sostituendo la sospensione metallica con una sospensione a filo di quarzo stabilendo in modo opportuno i contatti col quadro mobile. Il galvanometro così trasformato possedeva una sensibilità spiccatamente superiore ma la lunghezza della sospensione portava si che le indicazioni fossero assai lente fatto questo che rendeva estremamente lunghe e penose le misure.

Ho dovuto anche premunirmi contro le possibili azioni d'indole termoelettrica nei contatti delle giunzioni ed ho pure ridotto al minimo la resistenza delle stesse. Tale dispositivo mi permetteva di studiare la banda doppia degli alcool.

Preparazione del glicol propilenico normale - (trimetilenglicol). Ho seguito in tale preparazione il metodo classico di Reboul [1] dal bromuro di propilene normale. Questo prodotto venne preparato secondo le indicazioni di Erlenmeyer [2] trattando il bromuro di allile con acido bromidrico gassoso in speciali condizioni. Gr. 400 circa di bromuro di allile ottenuto per azioni del tribomuro di fosforo sull'alcool allilico, vennero posti in diversi tubi di vetro (che si riempivano fino a due terzi di capacità) circondati da una miscela frigorifera di ghiaccio pesto e nitrato di ammonio. A questa temperatura il bromuro di allile veniva saturato con acido bromidrico gassoso preparato da bromo e naftalina secondo le indicazioni di Kostle e Bullock [3]. I tubi venivano saldati alla lampada (sempre man-

[1] Annales de Chimie 14, V, 491. (1878).
[2] Annalen t. 197, pag. 181. (1879).
[3] Annalen 14, pag. 491. (1878).

Digitized by Google

tenuti in miscella frigorifera). Dopo di ciò venivano posti in un bagno di acqua che si riscaldava fino a 100° e nel quale i tubi erano mantenuti per circa 12 ore. Dopo di ciò si riaprivano i tubi e si saturava il liquido raffreddato come sopra con nuovo acido bromidrico ripetendo poi il riscaldamento colle stesse modalità di prima. Dopo aver ripetuto per 3 o 4 volte questa operazione il liquido contenuto nei tubi veniva frazionato per distillazione raccogliendo la frazione che passa a 165° (a pressione ordinaria). Tale frazione costituita da 1-3-di-bromo-propano era circa gr. 135. Del rimanente liquido circa 80 gr. distillavano a circa 141-142° ed erano costituiti da 1-2-dibromopropano. L'1-3-dibromopropano veniva trasformato in glicol seguendo le indicazioni di Reboul e con un rendimento di circa 25 gr. di prodotto rettificato. Caratterische. P. E. 214° P. spec. 1,052 a 18°.

Le misure vennero eseguite sia su questo glicol così preparato, sia su alcool propilico normale di provenienza Kalbhaum. Vennero misurati i coefficienti di assorbimento riferiti alla molecola grammo per i massimi a 3,0 μ circa e 3,4 μ circa e vennero fatti i rapporti per ciascun composto dei due coefficienti massimi della doppia banda. Nella tabella seguente riporto tali rapporti di fronte a quelli ricavati dalle misure di Ransohoff indicando con ε_1 il coefficiente del massimo a circa 3,0 μ e con ε_2 quello relativo al massimo a circa 3,4 μ.

Composto	$\varepsilon_1/\varepsilon_2$ mie misure	$\varepsilon_1/\varepsilon_2$ misure di Ransohoff
$CH_3 . CH_2 . CH_2 OH$	1,320	1,326
$CH_2 OH . CH_2 . CH_3 . OH$	1,641	1,690

Mentre per l'alcool propilico normale la mia misura si può dire coincidente con quella di Ransohoff, per il glicol propilenico i due rapporti fra le misure sono alquanto diversi. La differenza è appunto nel senso di un aumento nella mia misura del coefficiente ε_2 (relativo all'idrogeno legato al carbonio) rispetto alla misura di Ransohoff. Ammettendo quindi nella misura di Ransohoff un piccolo errore nella determina-

Digitized by Google

zione di ε_2 del glicol propilenico e ritenendo esatto il rapporto delle misure da me ottenute nonchè i valori trovati da Ransohoff sull'alcool propilico normale, la serie dei coefficienti molecolari relativi al C-H nei tre alcool tricarbonici sarebbe:

Composto	atomi di H legati dir. al C	ε_2 a 3,4 μ circa
$CH_3 . CH_2 . CH_2 OH$	7	0,0562
$CH_2 OH . CH_2 . CH_2 OH$	6	0,0540
$CH_2 OH . CH OH . CH_2 OH$	5	0,0531

E cioè l'intensità del massimo a 3,4 μ procederebbe parallelamente al numero degli atomi di idrogeno legati nella molecola direttamente al carbonio mentre si era già rilevato che i massimi a 3,0 μ circa procedevano per le stesse sostanze parallelamente al numero degli OH per molecola e cioè inversamente ai precedenti.

Bologna, Istituto di Chimica Generale della R. Università, Ottobre 1925.

Digitized by Google

PROF. DOTT. OSCAR DE BEAUX

GLI APODEMUS DELLE TRE VENEZIE CON CONSIDERAZIONI SUGLI A. ITALIANI ED EUROPEI E SULLO SVILUPPO POSTEMBRIONALE DEL GENERE APODEMUS

(PARTE SECONDA, SISTEMATICA)

Status degli Apodemus italiani del gruppo sylvaticus fino ad oggi. — Dal Catalogo del Miller risulta con sicurezza che l'*Apodemus* dell'Italia meridionale, Sicilia e Corsica è l'*A. sylv. dichrurus*, Raf. (p. 812-813). L'autore riferisce a questa sottospecie anche gli esemplari esaminati di Torino, Genova, Viareggio, ma trova che quelli di Torino si avvicinano al *sylvaticus* tipico (p. 811), stante che la costa mediterranea della Francia e l'Italia settentrionale formerebbero un'area d'intergradazione fra il *vero sylvaticus* ed il *sylv. dichrurus* (p. 802-803), nella quale gli *Apodemus* mostrano caratteri mal sicuri. Nel Cadore si troverebbe il *sylvaticus tipico* (p. 806). Della forma *Apodemus flavicollis*, Melch., distinguibile, secondo il Miller come specie ed assai frequente nelle Alpi svizzere, nessun esemplare italiano fu finora registrato.

Confronti dimensionali tra gli Apodemus del gruppo sylvaticus di diverse regioni. — In base a quanto sappiamo sul modo di sviluppo dell'*Apodemus* sono presi in considerazione per **T C** (testa + corpo), **Cr.** (lunghezza condilo-incisivale del cranio), **Diast.** (diastema) e **MM** (lunghezza fila molari) gli esemplari con M_3 assai logoro (*al*) ed oltre; per **P** (lunghezza piede) gli esempl. con M_3 *l* (= logoro) ed oltre.

Digitized by Google

Apodemus sylvaticus sylvaticus, L., non italiani da me misurati.

TC 106-78 **P** 23,5-20 **Cr** 24,1-21,5 **Diast.** 7,6-6,5 **MM** 4-3,5.

Noto che su 22 esempl. solo 7 superano 22 mm. di **P**. Su 21 esempl. solo 9 superano 22 mm. di **Cr**.

Computando le misure ottenute dal Miller per esempl. non italiani lo specchietto precedente è così ampliato.

A) TC 107-78 **P** 23,6-20 **Cr** 24,4-21 **Diast.** 7,6-6 **MM** 4,2-3,5.

A. sylvaticus.... di Borzoli.

TC 106-77 **P** 24,2-19,5 **Cr** 25,3-21 **Diast.** 8-6 **MM** 4,1-3,4.

Constato che l'*A. sylvaticus* di tutto il resto della Liguria rientra perfettamente negli estremi registrati per Borzoli.

Noto che su 107 esempl. 34 misurano mm. 23 ed oltre di **P**; 58 misurano mm. 22 o meno. Su 62 esempl. 29 misurano mm. 24 ed oltre di **Cr**; 9 misurano mm. 23 o meno. Su 62 esempl. 2 superano mm. 7,5 di **Diast.**; 5 misurano meno di mm. 6,5.

A. sylvaticus..... dell'Italia settentr. dal versante meridionale della catena Alpina (Liguria e Tre Venezie escluse) fino al basso *Tevere*, al fiume *Nera*, ai Monti *Sibillini* ed al fiume *Tronto*, ossia sostanzialmente: *Piemonte*, *Lombardia*, *Emilia*, *Toscana*, *Marche*, *Umbria* e *Lazio* settentrionale meno montuoso.

TC 107-77 **P** 24-19 **Cr** 25-20,5 **Diast.** 7,7-5 **MM**. 4,2-3,9.

Noto che su 49 esempl. 11 misurano mm. 23 ed oltre di **P**; 33 misurano mm. 22 o meno. Su 25 esempl. 8 misurano mm. 24 ed oltre di **Cr**; 11 misurano mm. 23 o meno. Su 25 esempl. 3 misurano oltre mm. 7,5 di **Diast.**; 4 misurano meno di mm. 6,5.

L'*Apodemus sylvaticus*..... dell'Italia settentrionale è praticamente identico a quello ligure, onde possiamo fondere i relativi specchietti di variabilità nello specchietto unico seguente:

Digitized by Google

transizione continuamente graduale tra i due precedenti. Inoltre un tale procedimento tenderebbe a scassare, anzichè a tesorizzare le cognizioni positivamente acquisite nello studio della difficile specie.

Vi è bensì arbitrio, particolarmente nella fissazione del limite meridionale dell'*A. s. milleri*, ma anche non volendo tener conto di una certa fondatezza fisico-geografica e geologica di detto confine, doveva sembrar pratico di limitare ad una zona sufficientemente, ma pur non soverchiamente ampia la grande variabilità localissima ed individuale della forma *milleri*, di carattere in sè transizionale, riservando omogeneità alquanto maggiore alla forma *dichrurus*.

Pongo a **Tipo** dell'*Ap. sylvaticus milleri* il ♂ di Borzoli Nr. 6205 del Museo di Genova, ed a **Paratipi** i ♂♂ di Borzoli 6220 e 6263, le ♀♀ di Borzoli 6266 e 6265; la ♀ di Gozzano 5764; il ♂ di Mompantero Nr. 86 (Collez. Festa, Torino) il ♂ di Vallauria 39 (Festa); il ♂ di Ceresole d'Alba 62 (Festa).

L'Apodemus flavicollis, Melchior (Miller, p. 828 e 829). — Sennonchè si riscontrano qua e là nell'Italia settentrionale e precisamente in località assai elevate della Catena Alpina, degli *Apodemus* che superano per statura non soltanto l'*Apod. sylvaticus milleri*, ma anche il *dichrurus*.

Specchietti-metro. Per distinguere sempre il *flavicollis* dall'*A. sylv. milleri* ho compilato per quest'ultimo degli specchietti-metro, che servono a caratterizzarlo durante alcune fasi del suo accrescimento, anteriori alle fasi 11) e 12) fin qui considerate. Data la forte percentuale di esemplari di Borzoli, che entra a definire le singole fasi, gli specchietti-metro non mancano di attendibilità.

Apodemus sylvaticus milleri. Cat. 4-5. (esempl. esaminati 9). M. i i qi - qi qi qi.

***D*) P** mm. 22-19 **Cr** 21,7-19,2.

Categ. 6) (Esempl. esam. 15) M. qi qi pl.

***E*) P** 22-20,6 **Cr** 22-20,5.

Categ. 7) e 8) (Esempl. esam. 24) M. qi pl pl - pl pl pl - qi pl l.

***F*) P** 23-19 **Cr** 22,5-20.

Digitized by Google

Apodemus sylvaticus.... dell'Italia settentr. (escluse le Tre Venezie)

B) TC 107-77 **P** 24,2-19 **Cr** 25,3-20,5 **Diast.** 8-5 **MM** 4,2-3,4.

Apodemus sylvaticus dichrurus, Raf. dell'Italia meridionale e delle isole.

TC 111-82 **P** 25-19 **Cr** 26,2-23,5 **Diast.** 7,6-6,7 **MM** 4,5-3,9.

Noto che su 47 esempl. 24 misurano mm. 23 ed oltre di **P**; 21 misurano mm. 22 o meno. Su 20 esempl. 15 misurano mm. 24 ed oltre di **Cr**.

Computando le misure ottenute dal Miller per esempl. italiani lo specchietto precedente è così ampliato:

C) TC 111-82 **P** 25-19 **Cr** 26,2-22,8 **Diast.** 7,8-6,4 **MM** 4,6-3,8.

Noto che su 31 esempl. misurati dal Miller solo 4 misuravano mm. 23 o meno di **Cr**. Su 31 esempl. solo 2 misuravano meno di mm. 6,5 di **Diast.**

Noto infine che la dicitura « le isole » non sembra richiedere restrizione alcuna, giacchè non soltanto su esemplari sardi, ma anche della minuscola Isola del Giglio, riscontrai misure pressochè massime. Il ♂ Nr. 5851, Museo Genova, dell'Isola del Giglio misura con M. l ml l **TC** 91, **P** 25, **Cr** 26, **Diast.** 7,5, **MM** 4,5.

Confrontando tra di loro gli specchietti A), B), C), *specialmente per le misure massime alle quali l'Apodemus può giungere* nelle diverse regioni, possiamo ora confermare che l'*A. sylvaticus dichrurus* italiano è realmente di statura maggiore che l'*Apod. sylv. sylvaticus*, L. di oltre i confini d'Italia, e che l'*Apodemus sylvaticus*.... dell'Italia settentrionale è intermedio fra le due forme precedenti. All'Apodemus dell'Italia settentrionale poniamo doverosamente il nome di **A. sylvaticus milleri**, subsp. nova (Nota 1), in onore di Gerrit S. Miller, Washington, il quale, malgrado lo scarso materiale esaminato ne intravide l'entità.

Apodemus sylvaticus milleri è un nome creato appositamente per circoscrivere in modo sufficientemente motivato difficoltà forse non altrimenti sormontabili.

È infatti *per ora* inammissibile di fondere il vero *sylvaticus* col *S. dichrurus*, perchè il *milleri* è tutt'altro che di

Digitized by Google

Categ. 9) e 10) (Esempl. esam. 52) M pl pl l - pl l l.

G) **P** 24-20 **Cr** 24,5-21,5.

Ho così constatato (continuando a lasciare pel momento in disparte le Tre Venezie) la presenza di *Ap.* della forma *flavicollis* a *Buggiolo*, *Valasco*, *S. Giacomo Entraque*, *Val Casterino* e *Pian del Re*.

Seguendo i criteri adottati per gli specchietti A), B), C) le misure del *flavicollis* italiano sono:

H) **T C** 111,5-100 **P** 25,2-23 **Cr** 27,4-25,6 **Diast.** 9,1-7,7 **MM** 4,4-3,9.

Per esemplari svizzeri e germanici ottengo

T C 120-104 **P** 24.5-23 **Cr** 26,5-25,3 **Diast.** 8-7,5 **MM** 4,3-4,2.

Per esemplari svedesi, danesi, francesi, germanici, austriaci e svizzeri il Miller segna

K) **T C** 120-95 **P** 27-24 **Cr** 28,8-25 **Diast.** 8,6-7,2 **MM** 4,8-4.

Dal che risulta che il flavicollis *italiano* ben si inquadra nella cornice del flavicollis *europeo*.

L'Apodemus grande di Romania. — Ho intenzionalmente escluso dall'ultimo specchietto i « *flavicollis* » della Penisola Balcanica. Nulla posso dire di quelli albanesi e greci. Debbo invece asserire che il grosso *Apodemus* di Romania non può essere senz'altro identificato al *flavicollis* delle Alpi, e presumibilmente di tutti i paesi europei succitati, perchè, come risulta da accurati confronti tra esemplari in alcool attraverso varie età, l'*Apodemus* romeno è costantemente più massiccio in toto; ha la testa e particolarmente il muso più carnosi, gli arti sensibilmente più robusti, la mano assai più larga, il piede più pesante, la coda più grossa. In esemplari in pelle tali differenze sono talvolta ancora apprezzabili nella mano e nel piede, ma nell'intero costituiscono, unitamente al colore, di cui parleremo più tardi, caratteri di sicura distinguibilità. Almeno al grosso *Apodemus* di Romania va pertanto conservato il nome distintivo di *princeps*, Barr. Ham.

Avverto però subito che 15 *Apodemus* di varie località romene e di varie età da me esaminati, i quali hanno dimen-

Digitized by Google

sioni troppo piccole per essere attribuiti alla forma *princeps*, mostrano pure in misura assai evidente la tarchiatezza messa in rilievo per il *princeps*, dal che risulta trattarsi essenzialmente di un fenomeno regionale.

Fenomeno che ci conduce verso lo questione del valore sistematico del grosso *Apodemus* europeo.

Il Barrett-Hamilton (P. Z. S. London 1900 p. 408-409) ritenne in base ai 44 esemplari riportati dal Dodson, che il *princeps* fosse il *solo* topo selvatico della Romania; ma il Miller attribuì 8 esemplari dello stesso Dodson, catturati a *Cageni* (ai piedi dei Carpazi, a N. Ov. di Bukarest) al *sylvaticus sylvaticus* (Catal. p. 806 e 809), palesemente con ottimo fondamento avendo riscontrato nei suoi *flavicollis* romeni (= *princeps*)

TC 119-101 **P** 25,5-23 **Cr** 28-24,5 **Diast.** 8,6-7,6 **MM** 4,6-4,2,

e per i *sylvaticus sylvaticus* di Cageni

TC 96-90 **P** 22-21 **Cr** 24-22,4 **Diast.** 7,4-6,6 **MM** 4-3,8.

Da misurazioni proprie ottengo per *princeps* di Comana

TC 114-100 **P** 26,5-24 **Cr** 27,5-26,5 **Diast.** 8,5-7,5 **MM** 4,5-4,1;

e per *sylvaticus* di Comana, Berlad, Zorleni

TC 89-80 **P** 23,5-20,5 **Cr** 24,6-23,9 **Diast.** 7,3-7 **MM** 4,5-4,

i quali estremi acquistano speciale rilievo dal fatto che l'esempl. ♀ 3216,4 (Genova) di Comana M. l l al, raccoglie su di sè le misure seguenti

TC 80 **P** 23,5 **Cr** 23,9 **Diast** 7 **MM** 4.5,

ossia i **MM** del *princeps* e la statura del comune *sylvaticus*.

La ♀ 3216,4 può pertanto considerarsi come intermedia tra *princeps* e *sylvaticus*; ossia in una stessa località romena convivono due forme di topo selvatico occasionalmente intergradanti tra di loro.

Tornando agli *Apodemus* italiani riscontro in Val Casterino un solo *flavicollis* (Festa, Nr. 34), M. *tr o o*, colle misure:

TC 110 **P** 23,5 **Cr** 25,6 **Diast.** 7,7 **MM** 4,3.

Digitized by Google

tra 5 *sylvaticus* indubbi, uno dei quali, ♂ Nr. 27, M. *o o o* misura **T C** 97 **P** 23 **Diast.** 7 **MM** 3,5.

Gli Apodemus del gruppo sylvaticus delle Tre Venezie. — È ora giunto il momento di rivolgerci a questo particolare argomento, possedendo ormai sufficienti mezzi per apprezzare le dimensioni degli *Apodemus* delle Tre Venezie, e dovendo da questo studio ritrarre utili elementi per un più completo giudizio sul gruppo intero.

Ho constatato la presenza dell'*Apodemus sylvaticus milleri* a *Loppio*, *Sopramonte*, *Faonia*, *Bresimo*, *Predazzo*, *S. Pancrazio*, *Castion Bellunese*, *Padola*, *Saletto di Vigodarzene*, *Montemaggiore di Savogna*, *Camno*, *Trieste*, *Buie*.

Le sue misure danno per gli appartenenti alle Categ. 11), e 12) gli estremi

T C 108-81,5 **P** 23,5-21 **Cr** 25-23 **Diast.** 7,5-6,3 **MM** 4-3,9.

Ho constatato la presenza di *flavicollis* a *Madice*, *Bresimo*, *Campiglio* ed al *Brennero*.

Le loro misure danno per gli appartenenti alle Categ. 11) e 12) gli estremi

T C 125-101 **P** 26-23,2 **Cr** 27,5-25 **Diast.** 8,3-7,2 **MM** 4,5-4.

La posizione sistematica del « flavicollis ». — Fondendo gli estremi precedenti colle misure ottenute per i *flavicollis* delle Alpi italiane (***H***) abbiamo :

I) **T C** 125-100 **P** 26-23 **Cr** 27,5-25 **Diast.** 9,1-7,2 **MM** 4,5-3,9.

E fondendo queste ultime misure con quelle ottenute per *flavicollis* svedesi, danesi, francesi, germanici, austriaci e svizzeri (***K***) avremmo come quadro complessivo dei rispettivi paesi + Italia.

L) **T C** 125-95 **P** 27-23 **Cr** 28,8-25 **Diast.** 9,1-7,2 **MM** 4,8-3,9.

Ora se queste ultime misure-limite ci servono ancora di regola per distingere un *flavicollis* da un *sylvaticus sylvaticus* (specchietto A), per una modesta differenza nella lunghezza craniale, non ci basteranno talvolta più per distinguere un *flavicollis* da un *sylv. milleri* (***B***), troppo ampia essendo la sovrapposizione di misure nelle singole lunghezze.

Digitized by Google

Infatti di 89 *Apodemus* delle Tre Venezie, 11 potrebbero a rigore appartenere tanto al *flavicollis* quanto al *milleri*, e fra questi intermedi ve ne sono tre colle formole di logoramento M. *tr o o; al ml tr*; *tr tr ml.*

La più esatta conoscenza dell'*Apodemus* dell'Alta Italia porta quindi ad infirmare alquanto i limiti tra il *flavicollis* maggiore ed il *sylvaticus* minore. Ossia l'*Ap. sylv. milleri* non è soltanto intermedio fra il *sylvaticus sylvaticus* settentrionale, minore ed il *sylvaticus dichrurus* meridionale, maggiore, ma può essere intermedio anche fra il *sylvaticus sylvaticus* settentrionale minore, ed il *flavicollis* conterraneo e del *milleri* e del *sylvaticus.*

Apodemus grossi ve ne sono nel Nord d'Europa, Inghilterra compresa; qua e là nell'Europa centrale; sulle Alpi; nella penisola Balcanica.

Raggiungono il loro massimo assoluto dimensionale nel Nord d'Europa ed in Romania, ossia a Nord e a Sud (ove esiste anche l'*Apodemus epimelas*, Nehring, che supera sensibilmente la statura massima del *princeps* e del *flavicollis).*

Il *flavicollis* non è raro nella catena Alpina; manca nell'Italia subalpina; manca nell'Italia meridionale.

Se il *flavicollis-princeps* fosse una specie realmente distinta, propagantesi per migrazione, perchè raggiungerebbe esso i suoi massimi di statura proprio a Nord e a Sud; e perchè in Italia si fermerebbe sulle Alpi invece di scendere verso il mezzogiorno?

La difficoltà di trovare una soddisfacente risposta alle precedenti questioni; la manifesta differenza di disposizioni somatiche negli *Apodemus* romeni di fronte a quelli alpini (accompagnata da minore lunghezza media del piede in Romania); la convergenza nelle disposizioni somatiche tra *Apodemus* grandi e piccoli in Romania e l'occasionale esistenza di esemplari intermedi tra i due; l'alterna distribuzione regionale dei massimi di statura finora noti per il *dichrurus*, in base ai quali posso ordinare nella seguente linea crescente le rispettive regioni: Puglie, Capitanata, Lazio merid., Basilicata, Abruzzo, Sardegna, Isola del Giglio, Sicilia, Calabria; le qualità intergradanti in due sensi del *milleri*, variabilissimo di statura, ma in complesso più grande a Nord che a Sud; una incostanza apparentemente assai attendibile nei massimi raggiunti dal *flavicollis* nelle differenti località delle Alpi Triden-

Digitized by Google

tine, per cui l'*Apodemus* di Bresimo sembra p. es. superiore a quello del Brennero; un certo avvicinamento tra le forme *flavicollis* e *sylvaticus* nell'Europa Centrale, ove spesseggiano i minimi dimensionali del *flavicollis* (confr. misure Miller p. 832-34); la considerazione che la maggiore angolosità del cranio è, ovunque non subentri energica pneumatizzazione, segno di accrescimento estremo, mentre la globosità è segno di ritenzione d'un carattere giovanile per arresto di accrescimento, ci fanno pensare che date contrade possano avere occasionato lo stabilizzarsi di una grossa razza locale di *Apodemus*, che tiene da sola una data località, o assai più spesso lo condivide con *Apodemus* di minore statura.

L'abbondanza di un dato cibo può certamente condurre una specie a raggiungere i limiti massimi di statura ad essa consentiti, unitamente alla ereditarietà della statura medesima. Ma non è detto che tutti gli individui debbano sempre raggiungere questo massimo; inoltre, l'energia di espansione e più particolarmente una certa affluenza verso i luoghi di più favorevole sviluppo, una certa selezione naturale nel senso che ai ♂♂ piccoli non riesca facile di fecondare ♀♀ grandi; forse anche una preponderanza della statura maschile negli eventuali incroci fra ♂♂ grossi e ♀♀ piccole, sono supposizioni sufficienti a farci intuire una possibile spiegazione, tanto del relativo isolamento di *Apodemus* grossi, quanto della locale convivenza di *Apodemus* grossi e piccoli.

Propendiamo quindi a considerare l'*Apodemus sylvaticus* come specie quà e là dimorfica, ed attribuiamo pertanto al grosso *Apodemus* europeo settentrionale, centrale ed alpino il valore di una razza di saltuaria distribuzione, distinta soltanto per la sua grossa statura, e che può avere per razza sustrato tanto il vero *sylvaticus* quanto il *s. milleri*.

La colorazione dell'Apodemus sylvaticus. — Parti superiori. Ho dapprima ordinato secondo la loro provenienza geografica i veri *sylvaticus*, i *sylvaticus milleri*, i *sylvaticus dichrurus*, ed i *sylvaticus flavicollis* in quattro grandi serie separate.

Lo studio di ogni singola serie ha condotto sempre allo stesso resultato, che quasi ciascun individuo poteva facilmente « nascondersi » tra « non conterranei », ossia che non era possibile ammettere l'esistenza di colorazioni locali di valore apprezzabile.

Digitized by Google

Ho in seguito ordinato tutti gli individui di una stessa serie secondo il *colore* e *l'intensità del tono*, partendo dai toni più rosso-bruni e più intensi, per salire gradatamente ai toni più gialli e più chiari, e ridiscendere attraverso a passaggi giallo-grigi, ai colori più decisamente grigi neutri ed ai toni più opachi.

Ho confrontato tra di loro le intere serie. Ho poi controllato questa operazione complicata col più comodo confronto tra i quattro più tipici rappresentanti rispettivi di ciascuna delle cinque gradazioni, in cui ciascuna serie fu suddivisa, e precisamente: 1) rosso-bruna, 2) passaggio verso la gialla, 3) gialla, 4) giallo-grigia, 5) grigia.

Ho così assodato che l'*A. s. dichrurus* italiano supera il *vero sylvaticus* negli estremi del giallo e del grigio, e mostra una certa insufficienza, ossia tende leggermente al giallo, nei toni rosso-bruni. Ciò conferma perfettamente le asserzioni del Miller.

Che tra *A. s. dichrurus* e *A. s. milleri* non esistono differenze di colorazione facilmente apprezzabili, ma che tuttavia il *milleri* può essere considerato come intermedio fra il sylvaticus ed il dichrurus.

Che la colorazione dell'*A. s. flavicollis* è identica a quella del *sylvaticus sylvaticus*, con una lieve esagerazione ai due estremi rosso-bruno e grigio.

L'esagerazione della statura porta alla sua più intensa e perfetta espressione anche il colore, il che trova conferma nella maggiore frequenza e perfezione della macchia golare rossastra nel *flavicollis*.

Nell'*A. s. sylvaticus* e *A. s. flavicollis* il bruno del dorso è « snuff brown » (Ridgw. 1912, Tav. XXIX); il giallo è « Saccardos umber » (XXIX) medianamente e « tawny olive » (XXIX) verso i lati; il grigio è « sepia » (XXIX) medianamente e circa « buffy brown » (XL) verso i lati.

Nell'*A. s. milleri* il bruno del dorso è « snuff brown »; il giallo è medianamente « sayal brown » (XXIX); il grigio è medianamente « olive brown » (XL).

Nell'*A. s. dichrurus* il bruno è tra « snuff brown » e « sayal brown »; il giallo è quasi « tawny olive » (XXIX) medianamente e quasi « cinnamon buff » (ibid.) verso i lati; il grigio è « light-brownish olive » (XXX) medianamente, e « buffy brown » verso i lati.

Digitized by Google

La liniettatura longitudinale nera, dovuta ai peli principali ed all'apice dei peli normali risalta meglio sui fondi chiari e non grigi, onde può dirsi che l'*A. s. dichrurus* avrà assai frequentemente una liniettatura più evidente che le altre forme

La colorazione delle **parti inferiori**. Premesso che il *tono* delle parti inferiori sta in rapporto diretto con quello delle superiori, risulta non esservi differenza alcuna tra A. s. sylvaticus, milleri, dichrurus e flavicollis. In tutti e quattro il colore delle parti inferiori giunge nel suo chiarimento tutto al più fino a « pallid neutral gray » (LIII).

La colorazione dell'Apodemus sylvaticus princeps di Romania. Le parti inferiori di questa forma sono spiccatamente più chiare e brillanti che nel *flavicollis* alpino e dell'Europa centrale, giungendo ad un tono intermedio tra bianco puro e « pale olive-buff » (XL). In rapporto diretto colle inferiori, le parti superiori mostrano particolare vivacità e brillantezza (Genova Nr. 5896), avvicinandosi molto al Sudan-brown (III). La colorazione del *princeps* appoggia evidentemente la sua separabilità dal *flavicollis*.

L'*Apodemus sylvaticus* piccolo di Romania sembra convergere almeno in parte col grande anche per il colore, ma il materiale a mia disposizione non permette recise affermazioni.

Apodemus agrarius Pall.

Tre Venezie. Gli esemplari da me veduti sono:

1 ♀ di *Buie* (Mus. Civ. Trento, N. 284) M. *pl l al*, **T C** 87, **P** 22, **Cr** 25, **Diast.** 7, **MM** 3,6.

2 ♀♀ dei *Colli Berici* (Mus. Civ. Venezia). *a*) M. *al al tr*, **T C** 87, **P** 20, **Cr** 24, **Diast.** 7,3, **MM** 4; *b*) M. *al ml tr*, **T C** 82,5, **P** 20, **Diast.** 6,5.

1 ♀ senza località (Mus. Civ. Trieste, N. 5), M. *l ml tr*, **T C** 91,5, **P** 19,7, **Cr** 24, **Diast.** 7, **MM** 3,5.

Gli esempl. precedenti danno gli estremi:

M) **T C** 91,5-82,5 **P** 22-19,7 **Cr** 25-24 **Diast.** 7,3-6,5 **MM** 4-3,5.

Materiale di confronto. 1 ♂ di *Sziperdo*, M. *l al al*; 1 ♀ di *Bechtdeck*, M. *l al ml*; 1 esempl. di *Barza*, M. *al ml tr*;

Digitized by Google

1 ♂ M. *ml tr o* e 1 ♀ M. *ml tr o* di *Berlino*; 1 esempl. di *Altemburg* M. *pl pl pl*; 3 ♂♂ di *Korschew*, M. *al al o*, *pl pl pl*, *l l l*; 2 ♀♀ di *Alexandrowsk*, M. *al ml tr* e *pl l l*; 1 esemplare senza località M *al al ml.*

Gli esemplari di confronto con M_s almeno *al* danno gli estremi:

***N*) TC** 92-80 **P** 19-18 **Cr** 23,6-22 **Diast.** 8,2-6 **MM** 4-3,3.

Il Miller ottiene per esempl. germanici e romeni

TC 115-97 **P** 21-18 **Cr** 26-22,6 **Diast.** 8-6,1 **MM** 4-3,6.

L'*Apodemus agrarius* delle Tre Venezie si inquadra senza alcuna difficoltà nella cornice dell'*Apod. agrarius* europeo, pel quale possiamo segnare gli estremi seguenti:

***P*) TC** 115-80 **P** 22-18 **Cr** 26-22 **Diast.** 8,2-6 **MM** 4-3,3.

La variabilità dimensionale dell'*agrarius* europeo è all'incirca uguale, e nel caso del *milleri*, minore, a quella constatata entro una sola forma geografica di *Apodemus sylvaticus* (***A***, ***B***, ***C***, ***L***).

Colorazione. — Il colore degli *agrarius* dei Colli Berici e dell'esempl. presumibilmente istriano del Museo di Trieste è certo alterato per lunga permanenza dei soggetti in alcool. Comunque sembra essere stato assai vivacemente rossastro. Le parti superiori della ♀ Nr. 284 di *Buie* sono precisamente intermedie tra « buffy brown » (XL) e « snuff brown » (XXIX), e rappresentano tra i pochi esemplari a mia disposizione un estremo di « grigio », raggiunto peraltro quasi completamente da un esempl. di *Berlino.*

Ordinati allora per colore e tono tutti gli esemplari, premesso che l'*agrarius* è un topo assai più rosso del *sylvaticus*, constato anche nelle parti superiori di *agrarius* un passaggio dal rosso-bruno al giallo ed al grigio.

Il rosso-bruno va da « Argus » a « Brussels brown » (III);
il giallo è circa « cinnamon brown » (XV);
il grigio sta tra « snuff brown » e « buffy brown ».

Ho riscontrato *agrarius* rosso-bruni in Romania, Russia, Ungheria, Germania; gialli in Germania e Ungheria; grigi in Germania e Istria.

Nel colore delle parti inferiori l'*A. agrarius* non differisce dal *sylvaticus.*

Digitized by Google

Nè le dimensioni, nè il colore distinguono in qualche modo l'*agrarius* delle Tre Venezie (e italiano) da quello di altri paesi europei.

Conclusioni.

Studiato il modo di accrescimento somatico e craniale del genere *Apodemus*, nonchè il modo di logoramento dei molari, abbiamo ritenuto indispensabile dare un nome proprio, *Apodemus sylvaticus milleri* al topo selvatico dell'Italia settentrionale, dal versante meridionale delle Alpi fino al Tevere, alla Nera, ai Monti Sibillini ed al fiume Tronto, perchè il topo selvatico dell'Italia settentrionale, in sè molto variabile, ma in massima regionalmente insuddivisibile, è, per le dimensioni massime cui può giungere, realmente intermedio fra l'*A. sylv. sylvaticus* dell'Europa centrale e settentrionale e l'*A. sylv. dichrurus* dell'Italia meridionale.

Per varie ragioni suesposte, fra le quali le resultanze dello studio degli Apodemus delle Tre Venezie, la forma *flavicollis* è considerata come un prodotto dimorfico locale ampiamente e variamente diffuso della *specie A. sylvaticus*, con valore raziale e col nome *A. s. flavicollis* Melch., già usato.

Nelle **Tre Venezie** si riscontrano: l'*Apodemus sylvaticus milleri*, assai diffuso; l'*A. sylv. flavicollis* nelle zone più alte; l'*A. agrarius*.

Nella catena Alpina l'*A. sylv. milleri* si avvicina per le dimensioni all'*A. sylv. flavicollis*. Nell'Europa centrale l'*A. sylv. flavicollis* non sembra differenziarsi tanto dall'*A. sylv. sylvaticus* quanto nell'Europa settentrionale.

L'*A. sylvaticus princeps*, Barr. Ham. della Romania è considerato come prodotto dimorfico locale corrispondente all'*A. sylv. flavicollis*, Melch., ma distinguibile dal medesimo, per maggiore tarchiatezza generale e grossezza degli arti.

È aperta la questione se il piccolo *A. sylvaticus* di Romania sia distinguibile dall'*A. sylvaticus sylvaticus* per le stesse ragioni, per le quali il *princeps* è distinguibile dal *flavicollis*.

La speciale posizione dell'*Apodemus epimelas*, Nehring (Miller, Catal. p. 794-97) non è considerata nel presente lavoro.

Digitized by Google

Nota 1. Il nome « *Mus pecchioli*, Bonap. fu adoperato in un rendiconto degli Atti della 5ª riunione degli scienziati italiani a Lucca nel 1843 ». Nel « Bonaparte, Iconografia della Fauna Italica, 1832-1841 » è adoperato esclusivamente il nome « *Mus sylvaticus*, L. ». Lo stato di fatto è quindi il seguente: Per un esemplare di topo selvatico toscano, senza esatta indicazione di località, fu adoperato in una lettera inviata dal Dott. Vittorio Pecchioli di Firenze, assieme ai due topi, un nome inesistente nella Bibliografia e non accompagnato da descrizione. Per cui *Mus pecchioli*, Bonap. appare inesistente, e Mus pecchioli, Pecchioli (v. Miller, p. 810) è nome nudo.

Il nome « *Mus intermedius*, Bellamy », 1839 si riferisce ad *Apodemus inglesi*. Il Barrett Hamilton (P. Z. S. London, 1900 p. 398), pur ritenendo che Bellamy avesse basato la descrizione del suo *intermedius* su di un esemplare grande [e che quindi dovrebbe ora chiamarsi *Ap. sylv. wintoni*, *Barr. Ham*], adottò questo nome per il comune topo selvatico europeo, perchè gli parve « appropriato ad un animale distintamente intermedio nei suoi caratteri tra molte sottospecie che lo circondano ». Col che è esattamente definita la perfetta sinonimia di « *intermedius* » coll'*Ap. sylv. sylvaticus*, L., e quindi la sua inapplicabilità ad una sottospecie limitata verso il Nord dalla catena Alpina.

Digitized by Google

DOTT. PIERO GIAJ LEVRA

DIATOMEE DEL LAGO D'ORTA

Nel settembre dell'anno 1915 raccolsi ad Orta Novarese, a Corconio (frazione del Comune: Isola San Giulio) ed a Pettenasco alcuni campioni di materiale costituito quasi interamente da Diatomee.

L'interruzione, durata vari anni, dei miei studi su queste alghe e l'essermi poi dedicato all'esame delle Diatomee dei dintorni di Torino (1) e di quelle marine dei dintorni di Genova (2) mi impedirono di portare a compimento prima d'ora l'elenco delle specie del Lago d'Orta da me raccolte e determinate.

Il prof. Edoardo Bonardi, nella sua memoria « Sulle Diatomee del Lago d'Orta » (Boll. Scient. Pavia, anno VII, N. 1, 1885), che, a pagina 7, scrive essere il risultato di prime ricerche, dà come viventi in detto Lago 52 specie.

Io ho potuto determinare 161 forme, che do in quest'elenco, alle quali ne ho aggiunte 3 (precedute da asterisco) date come presenti, per quanto rare, dal prof. Bonardi; ma da me non trovate e precisamente: *Navicula platystoma Ehr.*, (= *Stauroneis platystoma Ktz.*), *Nitzschia acicularis W. Sm.* e *Cymatopleura solea var. pygmaea Pant.* (= *C. solea var. apiculata Ralfs.*).

---

(1) Mattirolo Oreste e Giaj Levra Pietro, *Primo elenco delle Diatomee fluviali dei dintorni di Torino*, (Atti della Reale Accademia delle Scienze di Torino, vol. LVIII, 1923.)

(2) Giaj Levra Dott. Piero, *Contributo allo studio delle Diatomee marine dei dintorni di Genova.* (Atti della Soc. Ligustica di Scienze e Lettere, vol. III, Fasc. 1, 1924).

Digitized by Google

Le forme predominanti nel materiale da me raccolto sono: *Cyclotella comta Ktz.*, *Tabellaria flocculosa Ktz.*, (data come rara dal prof. Bonardi), *Synedra joursacensis J. Hérib*, *Synedra longissima W. Sm.*, *Navicula radiosa Ktz.*, *Navicula radiosa var. acuta Grun*, *Gomphonema constrictum Ehr.*, *Gomphonema capitatum Ehr. Gomphonema acuminatum Ehr.*, *Cymbella gastroides Ktz.*, *Cymbella lanceolata Ehr.*, e *Cymbella affinis Ktz.*

Frequenti sono: *Tabellaria fenestrata Ktz.*, *Fragilaria capucina Desm.*, *Fragilaria binodis Ehr.*, *Eunotia pectinalis Ktz.*, *Diploneis elliptica Cl.*, *Frustulia vulgaris (Thw.) Cl.*, *Navicula tenella Bréb.*, *Gomphonema intricatum Ktz.*, *Cymbella helvetica Ktz.*, *Cymbella cymbiformis Ktz.*, *Cymbella cuspidata Ktz.*, *Cymbella ventricosa Ktz.*, ed infine *Amphora ovalis Ktz.* e *Cymatopleura solea W. Sm.* (rare, specialmente la seconda, nel materiale studiato dal prof. Bonardi).

Ho poi trovato esemplari rarissimi di: *Eucocconeis minuta var. alpestris Cl.*, *Achnanthidium inflatum Cl.* (che ho anche osservato, e sempre raro, fra Diatomee raccolte nel Lago Maggiore ad Intra), *Pinnularia episcopalis var. brevis Cl.* a Corconio; e *Rhopalodia parallela var. major Meister* ad Orta Novarese.

Le Diatomee del Lago d' Orta, da me studiate, sono state raccolte unicamente sulle piante, sui muri e sulle pietre in riva al Lago; quindi quest'elenco, pur riunendone un numero considerevole, non ha la pretesa di rappresentare tutta la Flora diatomologia del Cusio.

Prima di chiudere questa breve introduzione, compio il dovere di ringraziare vivamente il Chiar.mo Dott. Achille Forti che, con il Suo prezioso consiglio, mi è stato di grande aiuto nella compilazione dell'elenco di opuscoli e pubblicazioni sulle Diatomee lacustri italiane, che ho creduto utile di unire a questa mia memoria.

Dott. Piero Giaj Levra

Genova - Maggio 1925.

Digitized by Google

OPERE CITATE CON ABBREVIAZIONE

alle quali si riferiscono le figure indicate per ogni specie o varietà

Brun. = Brun J., - Diatomées des Alpes et du Jura - Genève 1880.

Dippel. = Dippel. Dr. Leopold - Diatomeen der Rhein - Mainebene; - Braunschweig - 1904.

Fr. Meister. = Meister Fr., - Die Kieselalgen der Schweiz - (Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz - Band IV, Heft 1.) Bern - 1912.

Atl. Schm. = Schmidt Adolf - Atlas der Diatomaceenkunde - Aschersleben und Leipzig. 1874 - 1922 (in continuazione).

Schönfeldt. = Schönfeldt H. v., Bacillariales [Diatomeae] - (A. Pascher: Die Süsswasser-Flora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz - Heft 10) - Jena 1913.

Van Heurck Tr. Diat. = Van Heurck Dr. Henri - Traité des Diatomées - Anvers - 1899.

Melosira Ag.

Melosira varians Ag. — (Van Heurck Tr. Diat. Pl. 18 fig. 611).
» *distans Ktz.* — (Van Heurck Tr. Diat. Pl. 19 fig. 616).
» *italica Ktz.* — [Bonardi Ed. — Sulle Diatomee del Lago d'Orta: M. orichalcea Martens]. — (Fr. Meister. Taf. I. fig. 12).
» » *var. tenuissima O. M.* — (Fr. Meister. Taf. I. fig. 13).

Cyclotella Ktz.

Cyclotella antiqua W. Sm. — (Schönfeldt. fig. 12).
» *comta Ktz.* — (Van Heurck Tr. Diat. Pl. 22 fig. 653).
» » *var. tenuis Fricke* — (Fr. Meister. Taf. II. fig. 5).

Digitized by Google

Cyclotella Kützingiana Thw. — (Fr. Meister. Taf. II. fig. 9).
" *Meneghiniana Ktz.* — [Bonardi Ed. — Sulle Diatomee del Lago d'Orta: C. Kützingiana var. Meneghiniana (Ktz.) Brun]. (Fr. Meister. Taf. III. fig. 5).
" *operculata Ktz.* (Fr. Meister. Taf. III. fig. 6).

Tabellaria Ehr.

Tabellaria fenestrata Ktz. — (Fr. Meister. (Taf. IV. fig. 6, 7).
" " *var. gracilis Meister.* — Fr. Meister Taf. IV. fig. 8).
" *flocculosa Ktz.* — (Brun. Pl. IX. fig. 14).

Denticula Ktz.

Denticula elegans Ktz. — (Fr. Meister Taf. V. fig. 3).
" *tenuis Ktz.* — Fr. Meister. Taf. V. fig. 4).
" *frigida Ktz.* — Fr. Meister. Taf. V. fig. 5, 6).

Diatoma D. C.

Diatoma vulgare var. capitulata Grun. — (Atl. Schm. Taf. 268 fig. 33).
" *grande var. Ehrenbergii Meister.* — (Diatoma vulgare var. Ehrenbergii Grun. Atl. Schm. Taf. 268. fig. 34).
" *tenue var. normale Ktz.* — (Fr. Meister. Taf. V. fig. 16).
" " *var. minus. Grun.* — (Fr. Meister. Taf. V. fig. 17).
" *hiemale Heib.* — (Fr. Meister. Taf. V. fig. 21).
" " *var. mesodon Grun.* — (Fr. Meister. Taf. V. fig. 19, 20).

Fragilaria Grun.

Fragilaria capucina Desm. — (Fr. Meister. Taf. VI. fig. 2).
" " *var. mesolepta Rabh.* — (Fr. Meister. Taf. VI. fig. 3).
" *construens Grun.* (Fr. Meister. Taf. VI. fig. 6).
" *binodis Ehr.* — (Fr. Meister. Taf. VI. fig. 9).
" *mutabilis Grun.* — (Fr. Meister. Taf. VI. fig. 14).
" *Harrisonii Grun.* — (Fr. Meister. Taf. VI. fig. 16).

Digitized by Google

Synedra Ehr.

Synedra ulna Ehr. — (Van. Heurck Tr. Diat. Pl. 10 fig. 409).
» *joursacensis J. Hérib.* — (Fr. Meister. Taf. VII. fig. 4).
» *acus Ktz.* — (Fr. Meister. Taf. VI. fig. 23).
» *radians Ktz.* — (Fr. Meister. Taf. VI. fig. 21).
» *capitata Ehr.* — (Fr. Meister. Taf. VII. fig. 6).
» *longissima W. Sm.* — (Fr. Meister. Taf. VIII. fig. 1).
» *amphirhynchus Ehr.* — [Bonardi Ed. — Sulle Diatomee del Lago d'Orta: S. ulna var. amphirhynchus Brun]. (Fr. Meister. Taf. VIII. fig. 6).
» *vitrea Ktz.* — (Fr. Meister. Taf. VIII. fig. 5).
» *delicatissima W. Sm.* — (Fr. Meister. Taf. IX. fig. 3).

Asterionella Hass.

Asterionella gracillima Heib. — (Fr. Meister. Taf. IX. fig. 4, 6).

Eunotia Ehr.

Eunotia parallela Ehr. — (Fr. Meister. Taf. X. fig. 4).
» *monodon Ehr.* — (Dippel. fig. 284).
» *arcus Ehr.* — (Fr. Meister. Taf. XI. fig. 11).
» *uncinata Ehr.* — [E. gracilis (Ehr) Rabh]. (Fr. Meister. Taf. XI. fig. 16).
» *pectinalis Ktz.* — (Dippel. fig. 268).
» » *var. media O. M.* (Fr. Meister. Taf. XI. fig. 3).
» » *var. curta V. H.* (Dippel. fig. 269).
» *lunaris Grun.* — (Fr. Meister. Taf. IX. fig. 16).

Ceratoneis. Ehr.

Ceratoneis arcus Ktz. — (Fr. Meister. Taf. XI fig. 19).

Cocconeis (Ehr) Cl.

Cocconeis placentula Ehr. — (Fr. Meister. Taf. XII. fig. 4, 5).
» » *var. euglypta Cl.* — (Fr. Meister. Taf. XII. fig. 8).
» *pediculus Ehr.* — (Fr. Meister. Taf. XII fig. 11, 12).

Digitized by Google

Eucocconeis Cl.

Eucocconeis flexella Cl. — (Fr. Meister. Taf. XII. fig. 14, 15).
" *minuta var. alpestris Cl.* — (Fr. Meister. Taf. XII. fig. 18).

Microneis Cl.

Microneis microcephala Cl. — (Fr. Meister. Taf. XII. fig. 23, 26).
" *linearis Cl.* — (Fr. Meister. Taf. XII. fig. 27).
" *exilis Cl.* — [Bonardi Ed. — Sulle Diatomee del Lago d'Orta: Achnanthes exilis Cl.]. (Fr. Meister. Taf. XIII. fig. 1, 2).

Achnanthidium Heib.

Achnanthidium lanceolatum Bréb. — (Fr. Meister. Taf. XIII. fig. 12, 13).
" *inflatum Cl.* — (Fr. Meister. Taf. XIII. fig. 19, 20. Dippel. fig. 38).

Diploneis (Ehr.) Cl.

Diploneis elliptica Cl. — [Bonardi Ed. — Sulle Diatomee del Lago d'Orta: Navicula elliptica Ktz]. (Fr. Meister. Taf. XIV. fig. 6).
" *ovalis var. Hilseana Meister.* — [Diploneis ovalis Hilse). (Fr. Meister. Taf. XIV. fig. 8).
" *puella (Schum). Cl.* (Fr. Meister. Taf. XIV. fig. 14),

Neidium Pfitzer

Neidium amphirhynchus (Ehr). Pfitzer. — (Brun. Pl. VII fig. 20. Dippel. fig. 144).
" *productum (W. Sm). Pfitzer.* — [Bonardi Ed. — Sulle Diatomee del Lago d'Orta: Navicula affinis var. producta Brun]. (Fr. Meister. Taf. XIV. fig. 19).
" *iridis Pfitzer.* — (Fr. Meister. Taf. XV. fig. 2).
" *affine var. media Cl.* — [Bonardi Ed. — Sulle Diatomee del Lago d'Orta: Navicula affinis Ehr]. (Brun. Pl. 7. fig. 21. Fr. Meister. Taf. XV. fig. 4).
" *amphigomphus (Ehr). Pfitzer.* — [Bonardi Ed. — Sulle Diatomee del Lago d'Orta: Navicula amphigomphus Ehr.]. (Fr. Meister. Taf. XV. fig. 6).
" *dubium Pfitzer.* — (Fr. Meister. Taf. XV. fig. 7).

Digitized by Google

Caloneis Cl.

Caloneis silicula (Ehr.) Cl. — [Bonardi Ed. — Sulle Diatomee del Lago d'Orta: Navicula limosa Ktz]. (Fr. Meister. Taf. XVI. fig. 10).

» *ventricosa (Ehr). Meister.* — [C. silicula var. ventricosa Cl]. (Fr. Meister. Taf. XVII. fig. 4).

Gyrosigma Hassal (Pleurosigma W. Sm).

Gyrosigma acuminatum Rabh. — [Bonardi Ed. — Sulle Diatomee del Lago d'Orta: Pleurosigma acuminatum Grun]. (Brun. Pl. V. fig. 12; Dippel. fig. 184).

Frustulia Agardh.

Frustulia vulgaris (Thw). Cl. — [Bonardi Ed. — Sulle Diatomee del Lago d'Orta: Navicula vulgaris var. lacustris Brun]. (Dippel. fig. 167).

Amphipleura Ktz.

Amphipleura pellucida Ktz. — (Fr. Meister. Taf. XVIII. fig. 8).

Stauroneis Ehr.

Stauroneis phoenicenteron var. amphilepta (Ehr). Cl. — [Bonardi Ed. — Sulle Diatomee del Lago d'Orta St. gracilis. Sm]. (Fr. Meister. Taf. XVIII. fig. 10).

» *anceps Ehr.* — (Brun. Pl. IX. fig. 1; Van Heurck Tr. Diat. Pl. 1. fig. 55).

» *anceps var. amphicephala (Ktz). Cl.* (Van. Heurck Tr. Diat. Pl. 1. fig. 57).

Navicula Bory

Navicula Rotaeana Grun — [Stauroneis Cohnii Hilse — Brun. Diat. des Alpes — Pag. 91. Pl. IX. fig. 10]. (Fr. Meister. Taf. XIX. fig. 13).

» *seminulum Grun.* — [Bonardi Ed. — Sulle Diatomee del Lago d'Orta: Navicula oculata Bréb]. (Fr. Meister. Taf. XIX. fig. 19; Dippel. fig. 156ª).

(*Continua*).

Digitized by Google

(Continuazione e fine).

Navicula minima var. atomoides Cl. — (Fr. Meister. Taf. XIX. fig. 21).
" *bacilliformis Grun.* — (Fr. Meister. Taf. XIX. fig. 23).
" *pupula Ktz.* — (Fr. Meister. Taf. XIX. fig. 25).
" *bacillum Ehr.* — (Fr. Meister. Taf. XX. fig. 4).
" *scutelloides W. Sm.* — (Fr. Meister. Taf. XX. fig. 7).
" *pusilla W. Sm.* — (Fr. Meister. Taf. XX. fig. 9).
" *gracilis var. schizonemoides V. H.* — [Bonardi Ed. — Sulle Diatomee del Lago d'Orta: Nav. neglecta Brèb. — Brun. Pl. VIII. fig. 21]. (Van Heurck. Tr. Diat. Pl. 3. fig. 11ó).
" *cryptocephala Ktz.* — (Fr. Meister. Taf. XXI. fig 3).
" *rhynchocephala Ktz.* — [Bonardi Ed. — Sulle Diatomee del Lago d'Orta: N. rhynchocephala var. leptocephala Brun]. (Fr. Meister. Taf. XXI. fig. 9).
" *viridula Ktz.* — (Fr. Meister. Taf. XXI. fig. 10).
" *radiosa Ktz.* — (Fr. Meister. Taf. XXI. fig. 13).
" *radiosa var. acuta Grun.* — (Fr. Meister. Taf. XXI. fig. 12).
" *tenella Brèb.* — (Van Heurck Tr. Diat. Pl. 3. fig. 114; Fr. Meister. Taf. XXI. fig. 14).
" *Reinardtii Grun.* — [Bonardi Ed. — Sulle Diatomee del Lago d'Orta: Stauroneis truncata Rab]. (Brun. Pl. VIII. fig. 14; Schönfeld. fig. 185).
" *menisculus Schum.* — (Fr. Meister. Taf. XXI. fig. 20).
" *oblonga Ktz.* — [Bonardi Ed. — Sulle Diatomee del Lago d'Orta: Pinnularia oblonga Rab]. (Fr. Meister. Taf. XXII. fig. 2).
" *oblonga var. lanceolata Grun.* — (Fr. Meister. Taf. XXI. fig. 24).
" *platystoma Ehr.* — [Bonardi Ed. — Sulle Diatomee del Lago d'Orta: Stauroneis platystoma Ehr].
" *lanceolata Ktz.* — (Fr. Meister. Taf. XXII. fig. 4).
" *placentula Grun.* — (Fr. Meister. Taf. XXII. fig. 8).
" *anglica Ralfs.* — (Fr. Meister. Taf. XXII. fig. 12).
" *dicephala W. Sm.* — (Fr. Meister. Taf. XXII. fig. 15).

Pinnularia Ehr.

Pinnularia viridis. Ehr. — (Van Heurck Tr. Diat. Pl. 2. fig. 70).
" *dactylus Ehr.* — (Atl. Schm. Taf. XLII. fig. 1, 3, 4).

Digitized by Google

Pinnularia major Rabh. — (Fr. Meister: P. major var. lacustris Meister; Taf. XXV, fig. 1; Atl. Schm. Taf. XLII. fig. 8).

» *episcopalis var. brevis Cl.* — (Fr. Meister. Taf. XXVI. fig. 2).

» *stauroptera Rabh.* — (Van Heurck Tr. Diat. Pl. 2. fig. 85).

» *divergens W. Sm.* — (Fr. Meister. Taf. XXVII. fig. 7).

» *Brebissonii Rabh.* — (Fr. Meister. Taf. XXVII. fig. 9).

» *gibba W. Sm.* — (Fr. Meister. Taf. XXVIII. fig 3).

» *mesolepta W. Sm.* — [Bonardi Ed. — Sulle Diatomee del Lago d'Orta: Navicula mesolepta Ehr]. (Fr. Meister. Taf. XXVIII. fig. 4).

» *interrupta var. biceps. (Greg). Cl.* — [Bonardi Ed. — Sulle Diatomee del Lago d'Orta: Navicula biceps Ehr]. (Fr. Meister. Taf. XXVIII. fig. 8).

» *appendiculata (Ktz). Cl.* — [Bonardi Ed. — Sulle Diatomee del Lago d'Orta: Navicula appendiculata Ktz]. (Van Heurck Tr. Diat. Pl. 2. fig. 93).

Gomphonema Ag.

Gomphonema constrictum Ehr. — (Fr. Meister. Taf. XXVIII. fig. 15).

» *capitatum Ehr.* — (Fr. Meister. Taf. XXVIII. fig. 16).

» *intricatum Ktz.* — (Fr. Meister. Taf. XXIX. fig. 1).

» *intricatum var. vibrio Cl.* — (Fr. Meister. Taf. XXVIII fig. 22).

» *intricatum var dichotoma Grum.* — (Dippel. fig. 219).

» *acuminatum. Ehr.* — (Fr. Meister. Taf. XXIX. fig. 7).

» *acuminatum var. coronata Grun.* — (Fr. Meister. Taf. XXIX. fig. 6).

» *acuminatum var. trigonocephala Grun.* — (Fr. Meister. Taf. XXIX. fig. 8).

» *subclavatum Cl.* — (Fr. Meister. Taf. XXIX. fig. 9).

» *parvulum Grun.* — (Fr. Meister. Taf. XXIX. fig. 11).

Digitized by Google

Cymbella Ag.

Cymbella tumida V. H. — (Fr Meister. Taf. XXIX. fig. 18).
" *cistula Kirchn.* — (Dippel. fig. 242).
" *gastroides Ktz.* — (Fr. Meister. Taf. XXX. fig. 3).
" *helvetica Ktz.* — (Fr. Meister. Taf. XXIX. fig. 22).
" *lanceolata Ehr.* — (Fr. Meister. Taf. XXXI. fig. 1).
" *maculata Ktz.* — (Fr. Meister. Taf. XXXI. fig. 3).
" *cymbiformis Ktz.* — (Fr. Meister. Taf. XXXI. fig. 4).
" *parva W. Sm.* — (Fr. Meister. Taf. XXXI. fig. 7).
" *affinis Ktz.* — (Fr. Meister. Taf. XXXI. fig. 8).
" *laevis Nägeli.* — [Bonardi Ed. — Sulle Diatomee del Lago d'Orta: C. gracilis var. laevis Brun]. (Fr. Meister. Taf. XXXI. fig. 10).
" *amphicephala Nägeli.* — (Fr. Meister. Taf. XXXI. fig. 14).
" *cuspidata Ktz.* — (Fr. Meister. Taf. XXXI. fig. 18).
" *prostrata Cl.* — (Fr. Meister. Taf. XXXII. fig. 12).
" *turgidā Greg.* — (Fr. Meister. Taf. XXXII. fig. 13).
" *ventricosa Ktz.* — [Bonardi Ed. — Sulle Diatomee del Lago d'Orta: C. variabilis. Wartm]. (Dippel. fig. 246).
" *ventricosa var. lunula Meister.* — [Encyonema Lumula A. S]. (Fr. Meister. Taf. XXXIII. fig. 4).
" *gracilis Cl.* — (Fr. Meister. Taf. XXXIII. fig. 5).

Amphora Ehr.

Amphora ovalis Ktz. — (Fr. Meister. Taf. XXXIII. fig. 9).
" *ovalis var. libyca Cl.* — (Fr. Meister. Taf. XXXIII. fig. 11).
" *ovalis var. pediculus V. H.* — (Fr. Meister. Taf. XXXIII. fig. 12).

Epithemia Bréb.

Epithemia argus Ktz. — (Dippel. fig. 263 B).
" *zebra Ktz.* — (Fr. Meister. Taf. XXXV. fig. 1).

Rhopalodia O. M.

Rhopalodia gibba O. M. — (Fr. Meister. Taf. XXXV. fig. 6).
" *parallela var. major Meister.* — [Epithemia gibba var. parallela Grun]. (Fr. Meister. Taf. XXXV. fig. 9).

Digitized by Google

Hantzschia Grun.

Hantzschia amphioxys Grun. — (Fr. Meister. Taf. XXXVI. fig. 2).

Nitzschia Grun.

Nitzschia angustata Grun. — (Brun. Pl. IV. fig. 28).
» *angustata var. curta Grun.* — (Van Heurck. Tr. Diat. Pl. 15. fig. 499).
» *denticula Grun.* — (Fr. Meister. Taf. XXXVI. fig. 11).
» *sigmoidea W. Sm.* — (Fr. Meister. Taf. XXXVII. fig. 6).
» *lamprocampa Hantzsch.* — (Fr. Meister. Taf. XXXVII. fig. 7, 8).
» *linearis W. Sm.* — (Fr. Meister. Taf. XXXVIII. fig. 4).
» *recta Hantzsch.* — (Fr. Meister. Taf. XXXIII. fig. 6).
» *palea W. Sm.* — (Schönfeldt. fig. 352; Van Heurch Tr. Diat. Pl. 17. fig. 554).
* » *acicularis W. Sm.* — [Bonardi Ed. — Sulle Diatomee del Lago d'Orta].

Cymatopleura W. Sm.

Cymatopleura solea W. Sm. — (Fr. Meister. Taf. XXXIX. fig. 2).
» *solea var. elongata Meister.* — (Fr. Meister Taf. XXXIX. fig. 4).
* » *solea var. pygmaea Pant.* [Bonardi Ed. — Sulle Diatomee del Lago d'Orta: C. solea var. apiculata Ralfs].

Surirella Turpin.

Surirella linearis W. Sm. — (Fr. Meister. Taf. XLI. fig. 3).
» *biseriata Bréb.* — (Dippel. fig. 352; Fr. Meister. Taf. XLII. fig. 1).
» *biseriata forma media Dippel.* — (Dippel. fig. 353).
» *biseriata forma minor Grun.* — (Dippel. fig. 354).

Digitized by Google

Surirella constricta Ehr. — (Dippel. fig. 356. [S. Linearis var. constricta Grun]; Fr. Meister. Taf. XLII. fig. 4).

» *robusta Ehr.* — (Atl. Schm. Taf. 22. fig. 3; Scönfeldt. fig. 369).

» *splendida Ktz.* — (Fr. Meister. Taf. XLIV. fig. 3; Atl. Schm. Taf. 22. fig. 15-17).

» *ovalis Bréb.* — (Dippel. fig. 364, 365; Fr. Meister. Taf. XLVI. fig. 4).

PUBBLICAZIONI

sulla Flora Diatomologica lacustre Italiana.

Accomazzo Pericle — Il plancton nel Lago di Candia. — (« Natura » Riv. di Sc. Naturali. Vol. VI. Milano 1915).

B. P. (Besana Peppino) — Una « fioritura » autunnale nel Lago di Como — (Boll. mensile della Soc. Lombarda per la pesca e l'acquicoltura. Anno II. N. 12. 1 Dicembre 1909).

Besana Giuseppe — Abnorme sviluppo di alghe nel Lago di Como danneggiante la pesca — (Anno X. Rivista mensile di pesca. N. 1-2. 1908).

Bianchi Franco — Ricerche su un laghetto alpino [il Lago Deglio] — (Rivista Geografica Italiana, Anno XIII. fasc. IV. (1906) Firenze).

Bonardi Edoardo — Sulle Diatomee del Lago d'Orta — (Boll. Soc. di Pavia Anno XII. N. 1. Maggio 1885).

— Sulle Diatomee di alcuni Laghi Italiani — (Boll. Soc. di Pavia. Anno X. N. 2. 1888).

— Sulle Diatomee del Lago d'Idro — (Boll. Soc. di Pavia. Anno X. N. 3. 1888).

— Diatomées des Lacs de Délio et de Piano — (Arch. Sc. Phys. et Natur. tome XXII. 1889).

Carazzi Davide — Ricerche sul plancton del Lago Fusaro in rapporto con l'ostricoltura — (Boll. di Notizie agrarie del Minist. di Agr. Ind. e Comm. Anno XXII. N. 30. 1900).

Castracane degli Antelminelli F. — Studio sulle Diatomee del Lago di Como — (Atti dell'Acc. Pontif. de' nuovi Lincei. Tomo XXXV. 1882).

Digitized by Google

Corti Benedetto — Diatomee del Lago di Palù — (Boll. Soc. Pavia. 1891).

— Diatomee del Lago di Poschiavo — (Boll. Soc. Pavia 1891).

— Appunti diatomologici sopra alcuni Laghi del Trentino — (XIX. Ann. Alpinisti Tridentini. 1896).

— Sulle Diatomee del Lago di Montorfano in Brianza — (Rendic. del R. Istit. Lombardo di S. e L. Serie II. vol XXIX. 1896).

— Sulle Diatomee dei Laghi della Brianza e del Segrino — (Rendic. del R. Istit. Lombardo di S. e L. Serie II. vol. XXXIII. 1900).

Corti B. e Fiorentini — Diatomee del Lago di Varese — (Boll. Soc. Pavia. 1892).

De Marchi Marco — Introduzione allo studio biologico del Verbano — (Rendic. del R. Istit. Lombardo di S. e L. Serie II. vol. XLIII. 1910).

De Toni G. B. — Prima Contribuzione diatomologica sul Lago d'Alleghe — (Boll. Soc. Bot. It. Firenze 1889).

— Intorno ad una Bacillariacea (Suriraya helvetica Brun) confermata propria della florula lacustre alpina — (Atti del R. Istit. Veneto di S., L. ed Arti. Tomo IV. Serie VII. 1892-3).

— Appunti diatomologici sul Lago di Fedaia — (Boll. R. Ist. Bot. Univers. Parmense. 1893).

— Sullo straordinario sviluppo nel Lago di Como di un'alga dannosa alla pesca — (Rivista mensile di Pesca e Idrobiologia. 1910).

De Toni G. B., Bullo G. S., Paoletti G. — Alcune notizie sul Lago di Arquà Petrarca. — (Atti R. I. Ven. 1892).

De Toni G. B., e Levi D. — De algis nonnullis praecipue Diatomaceis inter Nymphaeaceas Horti Botanici Patavini — (Malpighia. Anno I. Messina 1886.)

— Contributiones ad phycologiam italicam. Diatomacee nuove per la flora algologica del Veneto — (Notarisia. Anno I. Venezia 1886).

— Flora algologica della Venezia. Parte V. Le Bacillariee (Diatomee) per G. B. De Toni — (Atti del R. Istit. Ven. 1898. Venezia).

Forti Achille — Diatomee di Valpantena — (Atti R. Ist. Veneto 1898).

— Contributo alla conoscenza della florula ficologica Veronese — (N. Notarisia. Padova 1898).

Digitized by Google

— Contributo 2.° alla florula ficologica Veronese — (N. Notarisia. Padova 1899).
— Diatomee dell'antico Corso Plavense — (N. Notarisia Padova 1899).
— Diatomee bentoniche dei Laghi di Albano e Nemi — (N. G. B. It. N. Ser. Vol VI. N. 4. 1899).
— Contribuzioni Diatomologhiche. I. Diatomee lacustri. *a*) Diatomee dei Laghi di Caldonazzo e Levico. *b*) Contributo alla conoscenza della flora diatomologica del Sebino — (Atti R. Ist. Veneto, 1898-1899).
— Contribuzioni Diatomologiche. IV. Diatomee del Friuli — (Atti R. Ist. Veneto. 1899-1900).
— Contribuzioni Diatomologiche. V. Diatomee del Carso — (Atti R. Ist. Veneto. 1900-1901).
— Contribuzioni Diatomologiche. VI. Diatomee bentoniche dei Laghi del Canavese — (Atti R. Ist. Veneto. 1900-1901).
— Contribuzioni Diatomologiche. VII. Materiali per la limnoflora Friulana e delle Alpi Orientali — (Atti R. Ist. Veneto. 1902-1903).
— Contribuzioni Diatomologiche. VIII. Diatomee dei Laghi di Lagorai e delle Stellune nel Trentino — (Atti R. Ist. Veneto. 1902 1903).
— Pugillo di Diatomee del laghetto di Lasés nel Trentino — (Nuova Notarisia 1900. Serie XI. Luglio).
Garbini Adriano — Diatomee bentoniche del Lago di Garda — (Accad. di Verona. Vol. LXXII. 1897).
— Ancora sulle Diatomee bentoniche del Lago di Garda — (Accad. di Verona. Vol. LXXIV. 1898).
— Pugillo di Plancton del Lago di Como — (Atti R. I. Veneto. 1898).
— Alghe neritiche del Lago di Garda — (N. Notarisia. 1899).
— Intorno al plancton dei Laghi di Mantova — (Vol. LXXIV. Serie III. fasc. III. dell'Accad. di Verona. 1899).
— Intorno al plancton del Lago Maggiore — (Atti Acc. d'Agric. Sc. Lett. Arti e Comm. di Verona. Serie IV. Vol. III. fasc. II. 1900).
Imhof O. E. — Notizie sulle Diatomee pelagiche dei laghi in generale e su quelle dei Laghi di Ginevra e di Zurigo in special modo — Notarisia. V. 1890).
Kirchner O. — Florula phycologica Benacensis — (Atti del Civico Museo di Rovereto. 1899).

Digitized by Google

LANZI MATTEO — Le Diatomee raccolte nel Lago di Bracciano — (Atti dell'Acc. Pontificia dei nuovi Lincei. 1882).
— Le Diatomee rinvenute nel Lago Traiano e nello stagno Maccarese — (Atti Soc. Crittogamologica It. 1884).
— Diatomee del Lago di Cotronia — (Atti Acc. Pontificia dei Nuovi Lincei. 1902).
LARGAIOLLI VITTORIO — Le Diatomee del Trentino. I. Lago di Terlago — (Boll. Soc. Veneta Trentina di Sc. Naturali. 1898).
— Le Diatomee del Trentino. II. Lago di Madrano, VI. di Canzolino, VII. Piazza, VIII. Costa. — (Annuario della Soc. Alpinisti Tridentini. 1898).
— Le Diatomee del Trentino. III. Lago de la Valle di Fornace — (Rivista: « Tridentium » 1898).
— Le Diatomee del Trentino. IV. Lago di Stª Massenza — (IV. Annuario degli Studenti Trentini).
— Le Diatomee del Trentino. V. Lago di Serraia — (Riv. Italiana di Sc. Natur. Siena. 1898).
— Le Diatomee del Trentino IX. Lago di Lavarone — (Riv. Italiana di Sc. Natur. Siena. 1898).
— Le Diatomee del Trentino. X. Lago Santo — (Ann. degli Studenti Trentini. 1898-99).
— Le Diatomee del Trentino. XI. e XII. Laghi di Colbricon — (Tridentium. fasc. VIII. e IX. 1899.
— Le Diatomee del Trentino. XIII. Lago della Regola — (Tridentium. 1901).
— Le diatomee del Trentino XIV. Lago di Andalo — (Tridentium. 1901).
— Le Diatomee del Trentino. XV. Lago di Nambino — (Tridentium. 1903).
— La Diatomee del Trentino. XVI. e XVII. Laghi di Corvo. [Bacino del Noce]. — (Ann. Soc. Alpina Tridentina 1904).
— Le Diatomee del Trentino. XVIII. Lago di Cavedine [Bacino del Sarca]. — (Tridentium. 1904).
— Le Diatomee del Trentino: Ancora i Laghi di Lavarone e di Tovel — (Tridentium. 1906).
— Ricerche biolimnologiche sui Laghi Trentini. 3. Il Lago Santo — (Tridentium. 1906).
— Ricerche biolimnologiche sui Laghi Trentini. 4. Lago di Tovel. — (Atti Acc. Ven. Trent. Istriana. 1907).

Digitized by Google

-- Le Diatomee del Trentino. XXI. Lago Santo [Bacino del l'Adige] -- (Atti Acc. Ven. Trent. Istriana. 1907).
— Ricerche biolimnologiche sui Laghi Trentini. Il Lago di Cei — (Tridentium. 1908).
— Ricerche biolimnologiche sui Laghi Trentini. 6. Il Lago di Loppio — (Riv. di pesca e idrobiologia del Prof. G. Mazzarelli. Pavia. 1910).
Lemmermann E. — Beitraege zur Kenntniss der Planktonalgen. XXIII. Das Phytoplankton des Lago di Varano und des Lago di Monate (Italien) — (Archiv für Hydrobiologie und Planktonkunde. Bd. III. 1908 Stuttgart).
Levi Morenos David. — Alcune osservazioni e proposte sulla Diatomologia Lacustre italiana — (Notarisia Venezia. 1889).
Lorenzi Arrigo — Il Lago di Ospedaletto in Friuli — (« In Alto » Cronaca bimestrale della Soc. Alp. Friulana. Anno VIII. Udine. 1897).
— Una visita al laghetto di Cima Corso — (« In Alto » Udine 1904).
— Alcune notizie biologiche sul laghetto di Comino — (« In Alto » Udine. 1904).
Macchiati Luigi — Diatomee del Lago Santo Modenese — (Bull. Soc. Bot. It. 1888)
— Primo elenco di Diatomacee del laghetto artificiale del pubblico giardino di Modena e qualche osservazione su la biologia di queste alghe — (Bull. Soc. Bot. It. 1901).
Maggi Leopoldo — Sull'analisi protistologica dell'acqua del Lago Maggiore estratta a 60 m. di profondità, fra Angera ed Arona — (Rendiconto del R. Ist. Lombardo 1882).
Marinelli Olinto — Studi sul Lago di Cavazzo in Friuli — (Boll. Soc. Geografica Italiana. 1894).
— Studi orografici sulle Alpe Orientali — (Serie 1897. Memorie della Soc. Geografica It. 1898).
— Studi orografici sulle Alpi Orientali — (Serie 1899. Boll. Soc. Geografica It. 1900).
— Studi orografici sulle Alpi Orientali — (Serie 1900. Boll. Soc. Geografica. It. 1902).
Monti Rina — Le condizioni fisico-biologiche dei Laghi Ossolani e Valdostani in rapporto alla piscicoltura — (R. Ist. Lombardo. 1903).

Digitized by Google

— Recherches sur quelques Lacs du Massif du Ruitor — (Annales de Biologie lacustre. Bruxelles. 1906).

— La circolazione della vita nei laghi — (Riv. mensile di pesca. Anno IX. 1907).

Paoletti Giulio — La flora del Lago di S. Daniele in Friuli — (« Mondo sotteraneo ». Anno III. Udine 1907).

Parona Corrado — Prime ricerche intorno ai protisti del Lago d'Orta con cenni della loro corologia italiana — (Boll. scientifico. Pavia. 1880).

Pavesi Pietro — Notes physiques et biologiques sur trois petits lacs du bassin tessinois — (Archives des sciences physiques et naturelles. 1889).

Pero Paolo — I Laghi alpini Valtellinesi. Parte 1: Valle dell'Adda — (N. Notarisia. 1893 95).

— I Laghi alpini Valtellinesi. Parte 2: Valle del Liro [Spluga] — (Notarisia. 1893).

— Cenni oroidrografici e studio biologico del Lago di Mezzola — (Malpighia IX. Genova. 1895).

Rizzardi Umberto — Risultati biologici d'una esplorazione del Lago di Nemi — (Boll. della Soc. Romana per gli studi zoologici 1894).

Tassi Flaminio — Flora del così detto Lago di S. Antonio al bosco, Comune di Poggibonsi — (Atti R. Acc. dei Fisiocritici 1896).

Trotter Alessandro — Il plancton del Lago Laceno nell'Avellinese — (N. Notarisia 1905).

Zacharias Otto — Hydrobiologische und Fischerei. — Wirtschaftliche Beobachtungen einigem Seen der Schweiz und Italiens — (XII. Bd. der Ploener Forschungsberichte 1905. Stuttgart).

Digitized by Google

PROF. GIUSEPPE USAI

UN'EQUAZIONE INTEGRO-DIFFERENZIALE SULLE RENDITE

È noto che il montante $V(t)$ al tempo t di una rendita certa e continua, si può esprimere colla relazione:

$$\int_0^t T(z, t)\, e^{\varphi(t) - \varphi(z)}\, dz = V(t) \qquad (1)$$

nella quale l'intervallo $0 \vdash t$ rappresenta la durata della rendita, $T(z, t)\, dz$ il termine elementare di essa relativamente al tempo z, $z + dz$ e $\varphi(z)$, fattore logaritmico di capitalizzazione, soddisfa come è naturale alla condizione $\varphi(0) = 0$. Il montante poi deve annullarsi per $t = 0$ ed essere crescente per $t > 0$.

Se si considera come incognita T, l'equazione (1) ammette soltanto una soluzione che sia indipendente dalla durata dell'operazione finanziaria e precisamente la:

$$T(z) = V'(z) - \varrho(z)\, V(z) \qquad (2)$$

ove:

$$\varrho(z) = \varphi'(z)$$

è il tasso istantaneo di interesse al tempo z.

Tale valore di T è stato messo in luce in una recente ed interessante Nota dal Prof. E. Lenzi (*) il quale cita anche

(*) E. Lenzi, *Sulle rendite, le costituzioni di capitali e gli ammortamenti in generale* (Giornale di Matematica Finanziaria, 1 febbraio 1926).

Digitized by Google

infinite soluzioni per il caso più generale in cui T dipenda sia da z che da t e precisamente quelle della forma:

$$T(z, t) = [V'(z) - n\varrho(z)\, V(z)]\, e^{[\varphi(t) - \varphi(z)]\,(n-1)} \qquad (3)$$

ove n è un numero reale non maggiore di $V'(z)/V(z)\,\varrho(z)$ ma tale ipotesi è fatta esclusivamente per ragioni finanziarie inquantocchè da queste ultime si richiede che il termine della rendita abbia ad essere positivo per z e t positivi.

Il Prof. Lenzi dopo aver ricavata la soluzione (2) presenta le (3) ma non accenna al modo di ottenerle e si limita a verificarle: ciò d'altra parte è sufficiente per chi voglia trarre dai risultati, come Egli fa, utili conseguenze di carattere finanziario.

Ora io mi propongo in questa Nota la risoluzione generale dell'equazione (1) la quale avendo l'incognita $T(z, t)$ funzione al par del nucleo di z e di t, è da considerarsi come un'equazione integro-differenziale. Appare nel mio risultato una funzione arbitraria delle due variabili la quale determinata convenientemente riconferma le soluzioni già date dal Lenzi ed in questa determinazione si presenta un'equazione a derivate parziali che però per la sua speciale natura si risolve in modo analogo alle equazioni differenziali lineari.

La ricerca, per quanto io mi sappia, è nuova nel campo dell'Analisi ed io la ritengo anche interessante per la Matematica Finanziaria: in questa infatti, compaiono equazioni di tipo identico o simile alla (1) oltre che nelle rendite anche in altri argomenti studiati nel continuo quali la costituzione di capitali e gli ammortamenti.

2. Scriviamo la (1) nella forma:

$$\int_0^t T(z, t)\, e^{-\varphi(z)}\, dz = V(t)\, e^{-\varphi(t)} \qquad (4)$$

e ponendo:

$$T(z, t)\, e^{-\varphi(z)} = a(z, t) \qquad V(t)\, e^{-\varphi(t)} = b(t) \qquad (5)$$

avremo l'equazione:

$$\int_0^t a(z, t)\, dz = b(t) \qquad (6)$$

Digitized by Google

nella quale $b(t)$ d'accordo colle ipotesi fatte sulle $V(t)$, $\varphi(t)$ dovrà annullarsi per $t = 0$.

Consideriamo ora l'equazione più generale:

$$\int_0^t a(z, s)\, dz = \beta(t, s) \tag{7}$$

essendo $\beta(t, s)$ una funzione arbitraria verificante le condizioni al contorno:

$$\beta(0, s) = 0 \qquad \beta(t, t) = b(t).$$

Al riguardo si potrà porre:

$$\beta(t, s) = b(t) + (t - s)\, \Phi(t, s) \tag{8}$$

con $\Phi(t, s)$ funzione arbitraria ma che soddisfi le condizioni:

$$\Phi(0, s) = 0 \qquad \Phi(t, t) = A$$

ove A è una qualsiasi quantità finita.

Se deriviamo la (7) rispetto a t abbiamo:

$$a(t, s) = \frac{\partial \beta(t, s)}{\partial t}$$

e per la (8):

$$a(t, s) = b'(t) + \Phi(t, s) + (t - s)\, \frac{\partial \Phi(t, s)}{\partial t}.$$

Ne viene che:

$$a(z, s) = b'(z) + \Phi(z, s) + (z - s)\, \frac{\partial \Phi(z, s)}{\partial z}$$

sarà soluzione della (7) mentre:

$$a(z, t) = b'(z) + \Phi(z, t) + (z - t)\, \frac{\partial \Phi(z, t)}{\partial z} \tag{9}$$

lo sarà nei riguardi della (6).

Sostituendo ora nella (9) alle $a(z, t)$, $b'(z)$ le loro espressioni mediante le (5) avremo:

$$T(z, t)\, e^{-\varphi(z)} = V'(z)\, e^{-\varphi(z)} - \varphi'(z)\, V(z)\, e^{-\varphi(z)} + \Phi(z, t) + (z - t)\, \frac{\partial \Phi(z, t)}{\partial z}$$

Digitized by Google

e quindi la soluzione generale della (4) (o della (1)) da noi cercata, sarà:

$$T(z, t) = V'(z) - V(z)\varphi'(z) + \left[\Phi(z, t) + (z - t)\frac{\partial \Phi(z, t)}{\partial z}\right] e^{\varphi(z)} \quad (10)$$

ove Φ funzione arbitraria (*) è derivabile rispetto a z e verifica le condizioni:

$$\Phi(0, t) = 0 \qquad \Phi(t, t) = \text{quantità finita}$$

3. Le soluzioni aventi significato finanziario sono quelle per cui T risulta positiva ed a tal riguardo la funzione Φ dovrà anche soddisfare la disuguaglianza:

$$\Phi(z, t) + (z - t)\frac{\partial \Phi(z, t}{\partial z} > [V(z)\varphi'(z) - V'(z)]\, e^{-\varphi(z)} \quad (11)$$

In particolare se si suppone nella (10), Φ identicamente nulla, si trova la soluzione (2) indipendente da t:

$$T = V'(z) - V(z)\varphi'(z)$$

Essa, come ebbe a rilevare il Lenzi è positiva e ciò può dedursi anche dalla (11) la quale nel caso in questione diventa:

$$[V(z)\varphi'(z) - V'(z)]\, e^{-\varphi(z)} < 0$$

e questa essendo il fattore $e^{-\varphi(z)}$ positivo, dà di conseguenza $T > 0$.

(*) La verifica è semplice e non priva di interesse. Sostituendo il valore $T(z, t)$ dato dalla (10) nel primo membro della (4) si trova:

$$\int_t^t \left\{[V'(z) - V(z)\varphi'(z)]\, e^{-\varphi(z)} + \Phi(z, t) + (z - t)\frac{\partial \Phi(z, t)}{\partial z}\right\} dz =$$

$$= \left[V(z)\, e^{-\varphi(z)} + (z - t)\, \Phi(z, t)\right]_0^t$$

e questa espressione essendo

$$V(0) = 0, e^{-\varphi(0)} = 1, \Phi(0\, t) = 0$$

si riduce alla $V(t)\, e^{-\varphi(t)}$ pari al secondo membro della stessa (4).

Digitized by Google

Volendo ora dalla (10) dedurre le altre soluzioni del Lenzi cioè le (3) occorrerà determinare la funzione Φ in modo che sussista l'uguaglianza:

$$V'(z) - V(z)\,\varphi'(z) + \left[\Phi(z,t) + (z-t)\frac{\partial \Phi}{\partial z}\right] e^{\varphi(z)} =$$

$$= [V'(z) - n\,\varphi'(z)\,V(z)]\, e^{[\varphi(t) - \varphi(z)]\,(n-1)}$$

la quale con facili calcoli si trasforma nella:

$$\Phi(z,t) + (z-t)\frac{\partial \Phi}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z}\left[V(z)\, e^{(n-1)\varphi(t) - n\varphi(z)} - V(z)\, e^{-\varphi(z)}\right]$$

e quindi se si pone:

$$\frac{\partial}{\partial z}\left[V(z)\, e^{(n-1)\varphi(t) - n\varphi(z)} - V(z)\, e^{-\varphi(z)}\right] = \psi(z,t) \quad (12)$$

si riduce alla forma:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial z} = \frac{1}{t-z}\,\Phi(z,t) + \frac{1}{z-t}\,\Psi(z,t)\,. \qquad (13)$$

Questa equazione come si è già detto, può risolversi come le equazioni differenziali lineari: occorre però l'avvertenza di sostituire la costante con una funzione arbitraria $C(t)$ della sola t.

Si ha con ciò:

$$\Phi = e^{\int \frac{1}{t-z}\,dz}\left[C(t) + \int \frac{1}{z-t}\,\Psi(z,t)\, e^{-\int \frac{1}{t-z}\,dz}\,dz\right].$$

Ma essendo:

$$e^{\int \frac{1}{t-z}\,dz} = e^{-\lg(t-z)} = \frac{1}{t-z}$$

$$e^{-\int \frac{1}{t-z}\,dz} = t - z$$

si avrà:

$$\Phi(z,t) = \frac{1}{t-z}\,[C(t) - \int \Psi(z,t)\,dz]$$

Digitized by Google

e per la (12):

$$\Phi(z,t) = \frac{1}{t-z}\left[C(t) - V(z)\,e^{(n-1)\varphi(t) - n\varphi(z)} + V(z)\,e^{-\varphi(z)}\right]$$

e poichè per $z = 0$ si devono ottenere i valori $\Phi(0,t) = 0$ $V(0) = 0$ dovrà la $C(t)$ annullarsi per ogni valore di t e quindi essere identicamente nulla. Resta in tal modo la:

$$\Phi(z,t) = \frac{1}{t-z}\left[V(z)\,e^{-\varphi(z)} - V(z)\,e^{(n-1)\varphi(t) - n\varphi(z)}\right] \quad (14)$$

e questa è la funzione che si voleva determinare.

Dopo di ciò basta sostituire nella (10) alle $\Phi(z,t)$ $\frac{\partial \Phi(z,t)}{\partial z}$ i valori che si hanno dalla (14) per ottenere agevolmente le espressioni:

$$T(z,t) = [V'(z) - n\varphi'(z)\,V(z)]\,e^{[\varphi(t) - \varphi(z)]\,(n-1)}$$

e queste tenuta presente la relazione $\varrho(z) = \varphi'(z)$, coincidono con le soluzioni (3) del Lenzi.

Per ultimo osserviamo che la $\Phi(z,t)$ data dalla (14) soddisfa anche alla condizione $\Phi(t,t)$ uguale ad una quantità finita. Si trova infatti con procedimento Hospital:

$$\lim_{z \to t} \Phi(z,t) = (1-n)\,V(t)\,\varphi'(t)\,e^{-\varphi(t)}$$

ed i fattori di tale espressione ossia un numero reale, un montante, un tasso istantaneo, uno sconto unitario sono tutti per il loro carattere Finanziario quantità finite se, riferite, come è naturale, ad un tempo finito.

Catania, 12 Maggio 1926.

Digitized by Google

RASTELLI G. E TARTARINI M.

RICERCHE SULLA FOTOTROPIA NEGLI IDRAZONI (1)

La presente comunicazione si riferisce alla continuazione delle ricerche esposte in un'altra nota (1) nella quale uno di noi ha studiato il comportamento di alcuni idrazoni sciolti in solventi alogenati. Tali soluzioni lasciate a sè mutano in breve tempo il loro colore dal giallo chiaro al violetto intenso.

Questo cambiamento di colore fu interpretato come dovuto al formarsi di prodotti labili di addizione tra idrazone e solvente alogenato pei quali, data la possibilità di isomeria vennero presi in considerazione (ad es. per il benzalfenilidrazone in cloroformio) le formule:

$$C_6H_5.[CH]=N.[NH].C_6H_5 \qquad C_6H_5.[CH]=N.[NH].C_6H_5$$
$$\quad\vdots\qquad\quad\vdots \qquad\qquad\qquad\vdots\qquad\quad\vdots$$
$$CH[Cl_3] \quad CH[Cl_3] \qquad \text{e} \qquad CH[Cl_3] \quad CH[Cl_3]$$
$$\quad\vdots\qquad\quad\vdots \qquad\qquad\qquad\vdots\qquad\quad\vdots$$
$$C_6H_5.[CH]=N.[NH].C_6H_5 \qquad C_6H_5.[NH]=N.[CH].C_6H_5$$

Fu pure osservato che danno soluzioni cloroformiche violette solo quegli idrazoni che sono fototropi.

Il parallelismo in questione venne però osservato per un numero limitato di sostanze, e siccome colle presenti ricerche vorremmo fare qualche deduzione relativa alla fototropia degli idrazoni, così prima di tutto abbiamo studiato la serie delle seguenti sostanze per rendere più generale il parallelismo ora accennato:

(1) Gazz. Chim. Ital. 54, II, 964 (1924).

Digitized by Google

Sostanza	Colore della soluzione in solvente alogenato	Fototropia	Osservazioni
Fenilidrazoni delle aldeidi			
Benzoica	violetto	fototropo	solubile
Toluica	»	»	»
Anisica	»	»	
Cuminica	»	»	»
Vanillica	»	»	»
Cinnamica	giallo	non fototropo	»
o-nitrobenzoica	»	» »	»
m- »	»	» »	»
p- »	»	» »	»
Salicilica	legger. violetto	debol. fototrofo	poco solubile
p-aminobenzoica	»	» »	» »

È degno pure di nota il fatto che i fenilidrazoni dei chetoni, i metilfenolidrazoni, le azine sono sostanze non fototrope e analogamente le rispettive soluzioni cloroformiche non presentano cambiamenti di colore.

Abbiamo altresì preparati, con alcuni fenilidrazoni di aldeidi, le rispettive soluzioni cloroformiche e ordinandole secondo la rapidità con la quale si manifesta il colore violetto, abbiamo constatato che tale serie corrisponde perfettamente a quella che si ottiene tenendo conto della celerità con la quale gli stessi idrazoni presentano il fenomeno della fototropia.

Ordine delle sostanze secondo la rapidità di coloramento delle loro soluzioni cloroformiche	Ordine delle sostanze secondo la rapidità di coloramento alla luce
1. Fenilidrazone dell'aldeide benzoica	1. Fenilidrazone dell'aldeide benzoica
2. » » cuminica	2. » » cuminica
3. » » anisica	3. » » anisica
4. » » vanillica	4. » » vanillica
5. » » piperonilica	5. » » piperonilica

Digitized by Google

A maggior conferma del rapporto che corre fra i due fenomeni in questione stanno i fatti seguenti:

a) Come avviene difficilmente la comparsa del colore violetto nelle note soluzioni cloroformiche quando queste sono mantenute in atmosfera di anidride carbonica, altrettanto difficilmente si manifesta il fenomeno della fototropia negli stessi idrazoni quando questi si trovano in condizione corrispondente. Ciò notammo esponendo alla luce il benzalfenilidrazone in tubi chiusi e riempiti rispettivamente di aria e di anidride carbonica.

b) L'umidità ostacolata la formazione dei composti violetti e così pure è dannosa al manifestarsi della fototropia.

c) Gli osasoni (sostanze che stanno in stretto rapporto con i fenilidrazoni) che allo stato puro sono fototropi, forniscono con cloroformio dei composti di addizione cristallini non fototropi. Se questi si riscaldano in modo da scacciare il cloroformio, torna a manifestarsi il fenomeno della fototropia.

In base dunque al parallelismo sopra considerato ci sembra assai probabile che la causa che sotto l'azione della luce determina il cambiamento di colore negli idrazoni fototropi, sia la stessa che fa comparire il colore violetto nelle soluzioni cloroformiche delle sostanze sopraindicate.

Poichè il colore violetto sembra dovuto, come dicemmo, al formarsi di prodotti di addizione, così non ci sembra impossibile che nelle sostanze fototrope, sotto l'azione della luce, entrino in campo valenze secondarie che avrebbero per effetto di modificare il grado di polimerizzazione. Nel caso degli idrazoni fototropi si tratterebbe dunque di due polimeri diversamente colorati dei quali uno stabile soltanto sotto l'azione della luce.

A conferma di questa nostra ipotesi abbiamo creduto utile studiare i calori specifici degli idrazoni fototropi nelle due forme diversamente colorate.

Le nostre ricerche calorimetriche si limitano per ora a due sole sostanze ed ecco i risultati ottenuti:

Fenilidrazone dell'aldeide Benzoica

Forma	Intervallo di temperatura	Calore specifico	Osservazioni
Bianca	$22^0 - 0^0$	0.3157	media di 5 determinaz.
Rossa	$24^0 - 0^0$	0.4137	media di 4 determinaz.

Digitized by Google

Fenilidrazone dell'aldeide Anisica

Forma	Intervallo di temperatura	Calore specifico	Osservazioni
Bianca	24° — 0°	0.2998	media di 5 determinaz.
Rossa	24° — 0°	0.3796	id.

Il valore dei calori specifici è dunque sensibilmente diverso per le due forme rossa e incolora della stessa sostanza e le variazioni si manifestano sempre nello stesso senso.

Poichè la trasformazione delle sostanze fototrope alla luce non è completa, ne viene di conseguenza che al valore dei calori specifici delle due forme rosse non si deve attribuire un significato assoluto, bensì un significato qualitativo, ma che del resto basta già indicare chiaramente il senso della polimerizzazione.

Siccome da esperienze eseguite da M. Padoa (1) sui calori specifici di sostanze polimere risulta che il calore specifico va diminuendo con l'aumentare del grado di polimerizzazione e tali risultati trovano altresì una logica spiegazione teoretica (2), così in base ai risultati riferiti nelle tabelle precedenti possiamo pertanto interpretare la trasformazione degli idrazoni ai quali esse si riferiscono mediante lo schema:

$$A_n \underset{\text{oscurità}}{\overset{\text{luce}}{\rightleftharpoons}} n\,A$$

D'altra parte le ricerche sulla velocità di reazione nelle trasformazioni fototropiche ed eseguite precisamente sul benzalfenilidrazone (3) hanno condotto ad ammettere lo schema:

$$A_2 \underset{\text{oscurità}}{\overset{\text{luce}}{\rightleftharpoons}} 2\,A$$

che sta pure in buon accordo con quello dato da noi.

(1) Gazz. Chim. Ital. 50, II, 312 (1920).
(2) Duclaux Journ. Chim. Phys. 18, 67 (1920).
(3) M. Padoa. Gazz. Chim. Ital. 45, 1, 18 (1915).

Digitized by Google

Ora poichè in soluzione cloroformica le sostanze in questione danno composti col solvente nei quali sono verosimilmente interessate le valenze secondarie proprie dei gruppi NH e CH, così non ci sembra fuor di luogo, ritenere per analogia, che nelle relative trasformazioni fototropiche siano interessate le stesse valenze secondarie.

Considerando infine che nella molecola del benzalfenilidrazone non si trovano gruppi cromoforici e tuttavia la forma di esso stabile alla luce è rossa, si può pensare per questa ad una forma complessa.

Il fenomeno della fototropia nei fenilidrazoni delle aldeidi troverebbe pertanto spiegazione in uno schema del tipo seguente col quale intendiamo rappresentare la trasformazione fototropica del benzalfenilidrazone:

$$(C_6H_5.[NH].N:[CH].C_6H_5)_2 \underset{\text{oscurità}}{\overset{\text{luce}}{\rightleftharpoons}} 2\,C_6H_5.[NH].N:[CH].C_6H_5$$

Queste ricerche saranno continuate.

Bologna, Istituto di Chimica Generale della R. Universita
Dicembre 1924.

Digitized by Google

RASTELLI G.

RICERCHE SULLA FOTOTROPIA NEGLI IDRAZONI (II)

Nella nota precedente è stato considerato il fenomeno della fototropia di alcuni idrazoni come dovuto ad una trasformazione espressa ad es. per il benzalfenilidrazone dallo schema:

$$(C_6H_5.[CH]:N.[NH].C_6H_5)_2 \underset{\text{oscurità}}{\overset{\text{luce}}{\rightleftharpoons}} 2\,C_6H_5.[CH]:N.[NH].C_6H_5$$

In appoggio a questa interpretazione vedemmo che stavano, i valori dei calori specifici delle due forme, diversamente colorate.

A maggior conferma delle conclusioni suaccennate, ho creduto utile di determinare il calore specifico del piperonalfenidrazone nelle sue due forme costituenti il caso di fototropia, ed o ottenuto i risultati seguenti:

Piperonalfenilidrazone

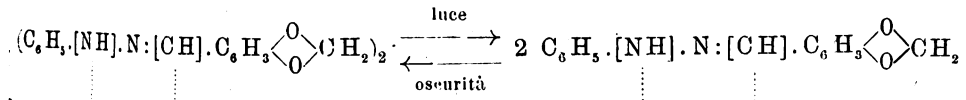
Forma	Intervallo di temperatura	Calore specifico	Osservazioni
Bianca	17° — 0°	0.1707	media di 5 determinaz.
Rossa	17° — 0°	0.2420	media di 4 determinaz.

anche qui, come nei casi riferiti nella nota precedente, i valori dei calori specifici delle due forme sono sensibilmente differenti fra loro e precisamente, come era da prevedere, la

Digitized by Google

forma rossa da un calore specifico il cui valore è superiore a quello della forma incolora.

Riferendomi allo schema già proposto per rappresentare la trasformazione fototropica del benzalfenilidrazone, per il piperonalfenilidrazone si può dunque scrivere:



Nella classe degli idrazoni la fototropia si può pertanto intendere come un fenomeno puramente chimico, e ciò sta anche armonia colle vedute di Stobbe (1).

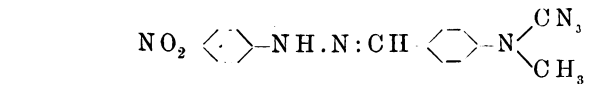
È da notare che molti fenilidrazoni pur contenendo i gruppi NH e CH in condizioni corrispondenti a quelle del benzalfenilidrazone, non sono fototropi e non danno pertanto soluzioni cloroformiche violette. Queste sostanze però manifestano spiccata un'altra proprietà, quella cioè di fornire delle forme cromoisomere.

Ora non mi sembra fuori di luogo il pensare che le valenze secondarie alle quali è dovuto il manifestarsi della fototropia per es. nel benzalfenilidrazone, siano, in qualche modo interessate in queste altre sostanze nel determinare la comparsa di forme cromoisomere.

Non esisterebbe perciò una fondamentale differenza nelle cause determinanti la fototropia e la cromoisomeria nei fenilidrazoni.

Era quindi opportuno di determinare i calori specifici delle forme cromoisomere di in fenilidrazone, analogamente a quanto ho fatto per gli idrazoni fototropi.

Un caso di cromoisomeria le cui forme diversamente colorate son abbastanza stabili vien presentato dal p-nitrofenilidrazone della p-dimetilaminobenzaldeide.



(1) Hans Stobbe, Phototropieerscheinungen. Matem. Phys. Klasse der Akademie der Wissenschaften, Band LXXIV, Leipzig.

Digitized by Google

Questa sostanza (1) cristallizzata del cloroformio è colorata in rosso, cristallizzata invece dal benzolo è verde. Però questa seconda forma contiene del benzolo di cristalizzazione nel rapporto di una molecola per due molecole di fenilidrazone. Questo benzolo si elimina con difficoltà anche a 100°. Il composto cristalizza pure dall'alcool in una forma mista rosso-verde e senza solvente di cristallizzazione.

Per lo studio dei calori specifici, dovendo com'è naturale usare sostanze senza solvente di cristallizzazione, ho creduto necessario scegliere le due forme rispettivamente dall'alcool e dal cloroformio.

I valori dei colori specifici riferentisi a questo caso di cromoisomeria sono riferiti nella tabella seguente:

Forma	Intervallo di temper.	Calore specifico	Osservazioni
Rossa (dal cloroformio)	$17^0 - 0^0$	0.2294	media di 5 determinaz.
Rosso-verde (dall'alcool)	$17^0 - 0^0$	0.1893	id.

Anche in questo caso (e cioè di forme cromoisomere) i valori dei calori specifici sono sensibilmente differenti fra loro.

Sembra possibile pensare anche qui a un differente grado di polimerizzazione con una conseguente diversa disposizione dei legami secondari. Del resto che il diverso modo di saturazione delle valenze secondarie possa dar origine a forme cromoisomere è stato già ammesso per le nitroaniline (2) e poi anche per i nitroidrazoni (3).

In appoggio a queste interpretazioni sta anche il comportamento della saliciden β-nafilamina

$$HO.C_6H_4.CH=N.C_{10}H_7$$

Infatti Seiner, Shepheard e Clarke (4) hanno potuto preparare per via umida due forme di questa sostanza, una gialla e l'altra rossa, fra loro cromoisomere. D'altra parte due forme

(1) L. Vecchiotti, Gazz. Chim. Ital., 43, 2, 641 (1913).
(2) Hantsch, B. 43, 1662.
(3) Ciusa, R. A. L. 20, II, 578.
(4) Jour. chem. soc. 102, II, 1950.

Digitized by Google

del tutto simili a queste si possono anche ottenere per azione della luce sul composto solido (fototropia). Questo composto presenta dunque in modo corrispondente i due fenomeni della cromoisomeria e della fototropia. Ciò costituirebbe fra essi un caso intermedio e di continuità.

Non essendovi perciò una separazione netta fra i due fenomeni in discorso e dipendendo essi da una causa comune, mi sembra che la fototropia possa essere interpretata come un caso particolare della cromoisomeria.

Bologna, Istituto di Chimica Generale della R. Università, Giugno 1925.

Digitized by Google

RASTELLI G.

SOPRA UN NUOVO METODO PER LA DETERMINAZIONE DEI PESI MOLECOLARI (II)

Nella nota precedente sullo stesso argomento (1) sono stati comunicati i risultati ottenuti con un apparecchio a bolle di piccola capacità.

Per studiare l'influenza che le quantità di soluzioni impiegate possono avere sulla esattezza delle determinazioni, ho costruito diversi apparecchi di capacità differenti.

Dall'esame di numerose esperienze credo poter dedurre che gli apparecchi a bolle relativamente grandi sono quelli che forniscono le determinazioni migliori. La capacità delle bolle dell'apparecchio che si dimostrò il più conveniente è di cm. cubi 15, mentre nell'apparecchio primitivo le bolle avevano una capacità assai minore. Del resto ciò risulta evidente quando si pensi che in presenza di quantità abbastanza grandi di soluzioni le alterazioni della concentrazione per effetto dell'evaporazione del solvente, rimangono trascurabili.

Ora se le due letture, iniziale e finale, vengono fatte a differente temperatura, gli spostamenti del menisco nel tubo per opera della dilatazione non si devono trascurare, specialmente in questo apparecchio a capacità superiore. Occorrerà dunque l'applicazione di un opportuno coefficiente di correzione il cui valore, com'è naturale sarà diverso per ogni solvente.

(1) Gazz. Chim. Italiana, LV, II, 552.

Digitized by Google

Per determinare questo coefficiente venne riempito l'apparecchio con solvente puro e lasciato a sè per circa mezz'ora alla temperatura di 17°.

Dopo la prima lettura l'apparecchio venne portato in ambiente a temperatura di 23° ed in queste condizioni i menischi si spostarono nei tubi. Dopo mezz'ora di permanenza a 23° venne eseguita la lettura. Dividendo il numero delle graduazioni corrispondenti allo spostamento dei menischi, per il numero dei gradi corrispondenti alla differenza di temperatura delle due letture si ottenne il coefficiente di correzione per ogni grado di temperatura. Le variazioni dei menischi dovute all'evaporazione del solvente sono in questo caso trascurabili.

Nella nota precedente venne preso in considerazione soltanto il solvente etere; ora ho potuto eseguire esperienze con altri solventi applicando, ove era necessario il coefficiente di correzione per la differenza di temperatura. Perchè i solventi si prestino per la determinazione dei pesi molecolari con questo metodo, essi devono avere un punto di ebollizione intorno ai 55°.

I risultati ottenuti sono riuniti nelle tabelle seguenti e si riferiscono tutti all'uso dell'apparecchio dalle bolle di capacità di 15 cc.

Dall'esame delle tabelle annesse si osserva che l'applicazione del coefficiente di correzione può tornare vantaggiosa solo quando la differenza di temperatura all'atto delle letture iniziale e finale supera i due gradi.

Digitized by Google

Solvente: etere di petrolio.

Concentrazione delle soluzioni: gr. 0.25 di sost. in 100 cc. di soluzione.

Coefficiente di correzione: divis. 0.13 in entrambi i rami dell'apparecchio per ogni grado di differenza di temperatura.

Sostanze	Solvente evapor. in graduaz. dell'appar.	Temperatura		Peso molec. trovato		p. m.	Ore di evaporazione
		iniziale	finale	applic. il coeff.	senza appl. il coeff.	calcolato	
Trifenilmetano esalgina	3.— 2.—	23°.—	23°.—	—	162	149 esalgina	5h e 45m
id.	4.9 3.—	23°.—	23°.—	—	149	id.	7h
id.	8.— 4.5	23°.—	23°.—	—	137	id.	17h e 25m
Trifenilmetano azobenzolo	1.8 1.3	24°.—	24°.—	—	176	182 azobenzolo	6
id.	6.— 5.—	24°.—	24°.—	—	203	id.	23h e 32m
Esalgina azobenzolo	1.— 1.2	24°.—	24°.—	—	179	182 azobenzolo	6
id.	4.— 5.2	24°.—	24°.—	—	193	id.	22

Digitized by Google

Solvente: cloroformio.

Concentrazione delle soluzioni: gr. 0.25 di sost. in 100 cc. di soluzione.

Coefficiente di correzione: per ogni grado di differenza di temperatura divisioni 0.15 in entrambi rami dell'apparecchio.

Sostanze	Solvente evapor. in graduaz. dell'appar.	Temperatura		Peso molec. trovato		p. m. calcolato	Ore di evaporazione
		iniziale	finale	applic. il coeff.	senza appl. il coeff.		
Trifenilmetano esalgina	0.8 0.5	23°.—	23°.—	—	152	149 esalgina	4
id.	4.5 3.—	23°.5	22°.—	122	162	149 esalgina	22
Trifenilmetano azobenzolo	0.8 0.6	22°.—	22°.5	—	183	182 azobenzolo	8
id.	3.8 3.4	22°.—	21°.—	201	217	182 azobenzolo	24
Esalgina Azobenzolo	0.4 0.5	21°.5	22°.—	—	186	182 azobenzolo	4
id.	0.8 1.—	21°.5	22°.—	—	186	182 azobenzolo	7
id.	3.5 2.7	21°.5	21°.5	—	193	182 azobenzolo	23h e 45m

Digitized by Google

Solvente: acetone.

Concentrazione delle soluzioni: gr. 0.25 di sostanza in 100 cc. di soluzione.

Coefficiente di correzione: per le differenze di temperatura, divisioni 0.15 per entrambi i rami dell'apparecchio.

Sostanze	Solvente evapor. in gradaz. dell'apparecchio	Temperatura		Peso molecolare		Lettura finale eseguita dopo ore di evaporazione
		iniziale	finale	calcolato	trovato	
Trifenilmetano Metilacetanilide (esalgina)	0.8 0.5	19°.—	19°.—	149 esalgina	152	3
id.	3.5 2.5	19°.—	18°.5	149 esalgina	174	19
Trifenilmetano Azobenzolo	0.9 0.7	19°.5	19°.—	182 azobenzolo	189	4
id.	2.5 1.9	19°.—	19°.—	182 azobenzolo	185	18h e 35m
Metilacetanilide (esalgina) azobenzolo	2.3 2.8	20°.—	20°.—	182 azobenzolo	181	22

Bologna, Istituto di Chimica Generale della R. Università
Giugno 1925.

Digitized by Google

GIOVANNI NICCOLINI

I *LIBRI MAGISTRATUUM*

Livio nell'anno 184 a. C. (XXXIX 52, 4) rammenta un'opera cronologica intitolata *libri magistratuum*, nella quale erano contenute le liste non solo dei consoli, ma anche dei tribuni della plebe. Un'altra volta (IV 20, 8) rammenta i *libri magistratuum*: essi come i *veteres annales*, come i *libri lintei*, che si conservavano nel tempio di Giunone Moneta ed erano citati da Licinio Macro, mettevano all'anno 428 a. C. i medesimi consoli. Per una terza volta Livio (IV 7, 10) cita i *libri magistratuum* all'anno 444 a proposito di una questione cronologica: i *libri magistratuum*, come gli *annales prisci*, avevano in quell'anno i *tribuni militum consulari potestate*; secondo Licinio Macro invece il *foedus Ardeatinum* stipulato in quell'anno e i *libri lintei* avevano i consoli. Livio dà la spiegazione del fatto, dicendo che i tribuni consolari esistessero in principio d'anno, i consoli fossero *suffecti*. Questa spiegazione si trova pure in Dionigi di Alicarnasso (XI 62); il che dimostra che essa derivava dalla fonte comune, Licinio Macro. Nei *libri lintei* apparirebbe la correzione apportata alla lista dei *prisci annales* in seguito alla lettura del *foedus Ardeatinum*.

Livio, come avrebbe conosciuto i *libri lintei* attraverso una delle sue fonti, così attraverso una delle sue fonti avrebbe conosciuto i *libri magistratuum*. Il Nissen (1) pensa che a proposito della citazione fatta di questi da Livio al 184 egli abbia attinto a Claudio Quadrigario. Il Mommsen (2) non esclude

(1) *Krit. Untersuch.* p. 218.
(2) *Roem. Forsch.* II p. 480 n. 133.

Digitized by Google

ciò; ma più giustamente osserva che quella citazione potesse esser fatta anche presso Valerio Anziate, il quale, se metteva intieramente da parte il tribuno della plebe Nevio nei processi degli Scipioni, non aveva alcun fondamento per rimuoverlo dal collegio del 184. E senza dubbio, si aggiunga, pei tempi più antichi Claudio Quadrigario va escluso, perchè egli cominciava i suoi annali dalla venuta dei Galli.

Livio ci narra pure (IV 23) che pel 434 Valerio Anziate aveva i due consoli M. Manlio e Q. Sulpicio, mentre Licinio, che seguiva i *libri lintei*, aveva i consoli dell'anno precedente, *C. Iulius tertium* e *L. Verginius iterum*. Ma i consoli dati dall'Anziate derivano dai *tribuni militum* che in numero di tre davano gli antichi scrittori (1); è lecito quindi ammettere che i *tribuni militum* si trovassero negli *annales prisci*, e che nei *libri magistratuum*, conosciuti dall'Anziate, fossero pure i *tribuni militum* o per lo meno i consoli derivati da loro.

Noi dunque possiamo avere qui una prova indiretta, che conferma la prova diretta data di sopra, che i *libri magistratuum* stavano in relazione stretta coi *veteres annales*. Ma gli *annales maximi*, che poi non sono altro che gli *annales prisci* o *veteres*, raccoglievano le memorie di Roma dalle origini della Città fino al pontefice massimo P. Mucio che fu console nel 133 (2); i *libri magistratuum* quindi dovevano avere una estensione presumibilmente pari a quella degli *annales veteres* o *maximi*; vale a dire, essi dovevano contenere la lista degli eponimi tolta dagli *annales veteres* e su quella dovevano essere distribuite anno per anno le altre magistrature, quelle che per avventura vi furono, compresi i tribuni della plebe.

Di ciò possiamo addurre la prova. Nel 46 a. C. Cicerone sente il bisogno di rivolgersi ad Attico per conoscère l'anno esatto di certi tribuni della plebe: questo fa per il 149, il 142, il 141 (3). Ciò vuol dire che col libro *annalis* di Attico Cicerone non poteva soddisfare il proprio desiderio; ma che Attico, avendo raccolto molto materiale pei suoi studi annalistici e genealogici, non poteva non essersi procurato, dati i mezzi di cui disponeva, un lavoro così necessario per lui, quale i *libri*

(1) Diod. XII 53. Mommsen *roem. Forsch.* II p. 222 sgg.; *Droit public* II p. 150 n. 1.

(2) Cic. *de or.* II 52.

(3) Rispettivamente *ad Att.* XII 5, 3; XVI 13 c., 2; XII 5, 3.

Digitized by Google

magistratuum: pari necessità, naturalmente, non aveva Cicerone di possederlo. Questi poi, accennando a L. Licinio Crasso tribuno della plebe del 107 nel *Brutus*, in cui introduce sè stesso a parlare con Bruto ed Attico, dice (§ 60): *Ita tacitus tribunatus, ut, nisi in eo magistratu cenavisset apud praeconem Granium idque nobis bis narravisset Lucilius, tribunum plebis nesciremus fuisse.* Manifestamente questo tribuno non era ancora entrato in nessuna lista.

Stando così le cose, la compilazione dei *libri magistratuum* è senza dubbio posteriore a quella degli *annales maximi*, come del resto sembra anche logico. Questo dato può servire di *terminus ante quem non*. Vi è poi un altro fatto che lo conferma e che ci offre al tempo stesso il *terminus post quem non*.

È noto che Livio e tutti gli scrittori che dipendono da lui (1) dànno a Catone una vita di cinque anni più lunga che non gli diano gli scrittori che fanno capo a Cicerone. Donde questo errore? Risulta in modo indiscutibile che la legge Voconia fu presentata nel 169 a. C. e da Catone sostenuta all'età di sessantacinque anni (2); mentre Livio (*per.* 41) la pone nel 174 dopo il censo celebrato dai censori A. Postumio e Q. Fulvio. Cicerone poi *in Verr.* I 106 dice: '*Qui ab A. Postumio Q. Fulvio censoribus postve ea — — fecit fecerit*' *Voconia lex te videlicet delectabat. Imitatus esses ipsum illum Voconium, qui lege sua hereditatem ademit nemini neque virgini neque mulieri, sanxit in posterum, qui post eos censores census esset, ne quis heredem virginem neve mulierem faceret. In lege Voconia non est 'fecit fecerit', neque in ulla praeteritum tempus reprehenditur nisi eius rei, quae sua sponte scelerata et nefaria est, ut, etiamsi lex non esset, magnopere vitanda fuerit.* Voconio secondo ogni probabilità presentò, come si soleva fare, la sua legge al principio dell'anno (10 dicembre 170) e, poichè voleva mandarla ad effetto subito, dovette indicare il censo passato e quindi i nomi dei censori passati (174), senza attendere quello che avrebbero compiuto i censori del 169 i quali non potevano ancora essere entrati in carica, anzi neppure esser noti, (i censori saranno eletti nei comizi presieduti dai nuovi consoli che entrano in carica a marzo). Questo fatto sembra

(1) Liv. XXXIX 40, 12; Plut. *Cat. mai.* 15; Val. Max. VIII 7, 1.
(2) Cic. *de senect.* 14.

Digitized by Google

servisse a Verre per dare nel suo editto maliziosamente alla legge una retroattività che non aveva e che Cicerone scopre e contesta. Il nome di quei censori, poichè i plebisciti non erano datati col nome dei consoli, trasse in inganno la fonte di Livio, che datò la legge dal 174; errore che, unito con la notizia che Catone sostenne la legge Voconia nell'età di sessantacinque anni, diede luogo al noto aumento di cinque anni dell'età di Catone. Ma quell'errore non può non esser fatto risalire ai *libri magistratuum*; la fonte di Livio (Anziate) infatti, che conosceva quei *libri*, non è probabile che senza averne il sospetto, si sia messa a controllare il dato di essi, alterandolo poi a sproposito; è invece più facile che la fonte di Livio abbia tolto di sana pianta quel dato dai *libri magistratuum*. E come il vedere il nome di Catone il Censore legato con la legge Voconia che fu da lui sostenuta, fa pensare che l'anonimo compilatore dei *libri magistratuum* sia di lui posteriore, anzi, per l'uso che di essa fece, assai posteriore (Catone morì nel 149), così il fatto che la legge Voconia fu discussa nel famoso processo di Verre e quindi, tolto l'equivoco, ne doveva passare la cronologia corretta alla più recente redazione liviana, induce a credere che l'attività letteraria di quegli annalisti che conobbero i *libri magistratuum* si esaurisse intorno al 70 a. C. La compilazione dei *libri magistratuum* è dunque anteriore all'annalistica dell'età sillana.

Nella narrazione di Livio, oltre esservi ripetuta la citazione dei *libri magistratuum* ed esservi indicato sotto i consoli del 148 a. C. un tribuno della plebe *M. Naevius* tolto da essi (1), mi sembra di scorgere altre chiare tracce della lista dei tribuni in essi contenuta. Nel 449/8, per es., Livio (2) ha il collegio intiero dei tribuni della plebe; di questi soli cinque: Verginio, Icilio, Numitorio, Sicinio, Duilio, hanno parte negli avvenimenti, gli altri: Titinio, Pomponio, Apronio, Villio, Oppio, *spe magis quam meritis electi*, rimangono assolutamente nell'ombra. Questi ultimi, non necessari alla narrazione, hanno tutto l'aspetto di nomi risultanti da una lista. Nel 441 Livio (3) rammenta un Petilio come tribuno per la seconda volta senza

(1) Liv. XXXIX 52, 3 sg.
(2) Liv. III 54, 11 sgg.
(3) Liv. IV 12, 3.

Digitized by Google

altro; ed è molto dubbio se egli sia stato tribuno nell'anno precedente, oppure prima. Nel 416/15 Livio (1) dà un Mecilio come tribuno per la quarta volta e un Metilio come tribuno per la terza, ambedue creati assenti; il che vuol dire che l'anno precedente non erano stati tribuni. Il loro nome viene tramandato in quest'anno, perchè congiunto con una proposta di legge agraria; ma le altre volte? Trattandosi di magistrati non eponimi per lo Stato, il loro nome non poteva venire dalla seriore annalistica registrato, se non in connessione con qualche fatto; ma di ciò nessun cenno. Mi sembra quindi di scorgere in tali iterazioni la traccia di liste preesistenti. Alquanto più tardi, nel 292, Livio (2) dice che dopo cinque giorni ai tribuni esistenti, *quia vitio creati erant*, ne furono *suffecti* altri; tale notizia, non essendo raccomandata ad alcun avvenimento politico di qualsiasi importanza, non poteva essere suggerita che dalla registrazione nel medesimo anno dei due collegi tribunici.

Pel 439 Livio (3) dice di avere trovato *apud quosdam auctores* che L. Minucio Augurino patrizio avesse fatto la *transitio ad plebem* e fosse stato cooptato undecimo tribuno. Livio stesso rigetta con ragione tale notizia sia per l'inverosimiglianza che il numero dei tribuni fosse portato a undici senza ulteriori tentativi da parte della plebe di riottenerlo e di conservarlo, sia perchè pochi anni prima con una legge era stata vietata la cooptazione. D'altro lato i primi annalisti che fanno cenno di Minucio denunziatore di Sp. Melio sono L. Cincio Alimento dell'età annibalica e L. Calpurnio Pisone dell'età graccana (4), i quali nulla sapevano delle cariche di Minucio. Se l'esser passato alla plebe spiega, come dice il Mommsen (5), la mancanza di Minucio nei Fasti, l'essere egli cooptato undecimo tribuno fa supporre che nelle liste tribunicie già esistenti non apparisse il suo nome e nei collegi tribunici non vi fosse posto per lui (6).

---

(1) Liv. IV 48, 1.
(2) Liv. X 47, 1.
(3) Liv. IV 16, 2 sgg.
(4) Rispettivamente frg. 6 e 24 Peter.
(5) *Roem. Forsch.* II p. 213.
(6) L. Minucio Augurino è dato nei *libri lintei* per gli anni corrispondenti al 440/39 e al 439/8 quale *praefectus annonae* (Liv. IV 13, 7); ma la *praefectura annonae* apparve per la prima volta e quale magistra-

Digitized by Google

Ma se tutti gli anni, nei *libri magistratuum*, avessero avuto, come avrebbero dovuto, un collegio tribunicio completo, vien fatto di domandarsi donde il compilatore avrebbe potuto trarre un numero così considerevole di nomi. Le fonti, a cui esso deve avere attinto, sono in primo luogo senza dubbio i plebisciti, i quali potevano dare i nomi di un intiero collegio o per lo meno dei tribuni proponenti. Vi erano poi i senatoconsulti, gli atti dei processi, le memorie di famiglia e tutti quei documenti pubblici o privati, nei quali appariva il nome di qualche tribuno e che erano conservati negli archivi dello Stato o di privati cittadini. Nè si può escludere che anche qualche lista almeno parziale si fosse andata formando. Ma se i Fasti consolari, che pure avevano ben altra importanza, mentrè dovevano contenere un numero di nomi di gran lunga inferiore, ci sono pervenuti, specialmente per il periodo più antico, difettosi e non del tutto genuini, la compilazione dei Fasti tribunici sulla fine del II sec. deve avere presentato difficoltà insuperabili. I plebisciti, finchè non ebbero valore di leggi, non potevano essere ritenuti degni di conservazione e pochi infatti, per quei primi tempi, se ne possono contare di qualche consistenza storica (1). I senatoconsulti, come ci è attestato (2), non contenevano nomi di tribuni per tutto il tempo in cui questi non furono ammessi ad assistere alle sedute in senato. Ed i tribuni non ebbero qualità di magistrati fin dopo le leggi Licinie-Sestie (IV sec. inoltrato). Mi sembra quindi, allo stato presente delle cognizioni, di potere affermare che la compilazione delle liste tribunicie non abbia sempre raggiunto la completezza assoluta: particolarmente pei sec. V e IV alla scarsezza e incertezza di dati corrisponde un' opera di integrazione non sempre felice, spesso arbitraria, da parte degli scrittori (3).

---

tura straordinaria nel 104 (Cic. *har. resp.* 43; *p. Sest.* 39. Mommsen *roem. Forsch.* II p. 214 segg.; *Droit public* IV p. 390). Il Peter (*rel. hist. Rom. rell.* p. CCCXXXVI) critica il Mommsen che sostiene siano i *libri lintei* una falsificazione di Licinio Macro. Eppure tutto dimostra che essi sono una compilazione tardiva, forse del periodo sillano.

(1) Livio III 32, 7 dice che per l'istituzione del Decemvirato non furono conservate che le leggi sacrate.

(2) Val. Max. II 2, 7.

(3) In uno sguardo sintetico il Pais *Ric.* II p. 35 esprime il sospetto che i tribuni e gli edili del V sec. siano pseudo-antenati di quelli del IV sec., talora anche dell'età graccana e sillana.

Digitized by Google

Dato il tempo in cui sembrano con ogni probabilità compilati i *libri magistratuum*, alla fine del II sec., non può essere affluita ad essi se non l'opera degli annalisti *vetustiores* e *vetustissimi*, dai più antichi agli scrittori dell'età graccana, ai contemporanei, cioè, di L. Calpurnio Pisone; tutta la produzione del I sec. quindi, vastissima, ma meno sicura e attendibile, e nominatamente di Valerio Anziate, Licinio Macro e Tuberone, ne resta esclusa. Su questa base tentiamo qualche indagine differenziatrice e chiarificatrice, sebbene in molti punti l'impresa si presenti abbastanza ardua.

Abbiamo già ammesso che i nomi dei dieci tribuni eletti subito dopo il Decemvirato debbano essere appartenuti ai *libri magistratuum*. In relazione con questi si possono mettere i nomi dati da Pisone e da Diodoro per il 470: *Cn. Sicinius, L. Numitorius, M. Duillius, Sp. Icilius, L. Mecilius.* quest'ultimo non appare presso Diodoro, che può forse averlo negletto (1); sebbene sia un nome antico, che si riconnette con quello della famiglia di *Sp. Maecilius* che fu per la quarta

(1) Piso apd Liv. II 58, 1; Diod. XI 68. La questione è semplicissima: o Pisone ha aggiunto o Diodoro ha tralasciato un nome. La ragione per la quale Pisone avrebbe aggiunto un nome, non si vede. Forse per analogia con le cinque classi? Ma questa analogia non è improbabile fosse messa fuori dagli scrittori del I sec. come risulta da Asc. p. 68, K.-S. Mentre deve avere il suo peso il fatto che i ricercatori romani non conoscono il numero di quattro tribuni, ma si accordano, sebbene per vie diverse, sul numero di cinque. V. su ciò il testo che segue. Che in Diodoro manchi un nome o per colpa dell'autore o di amanuensi, sembra la cosa più probabile: basta vedere le deficienze nelle serie dei nomi dei magistrati dal primo Decemvirato al 365, confrontandone talune con le corrispondenti di Livio. Tipico è il caso di quest'ultimo anno: Liv. VI 36, 6: *tribuni militum Q. Servilius, C. Veturius, A. et M. Cornelii, Q. Quinctius, M. Fabius* = Diod. XV 77, 1: *Κόιντος Σερουίλιος καὶ Γάιος Οὐετόριος καὶ Ἄυλος Κορνήλιος, πρὸς δὲ τούτοις Μάρκος Κορνήλιος καὶ Μάρκος Φάβιος.* Si tratta qui pure di due collegi identici perfino nella disposizione dei nomi; ma anche qui Diodoro ha un nome di meno. Non vi potrebbe essere esempio più calzante. La memoria del Soltau, *Bot Diodors annalistische Quelle die Namen der ältesten Volkstribunen?* in *Philol.* 71 (1912) p. 267 sgg., non serve molto al caso nostro: essa tende a dimostrare che non è vera nè l'una nè l'altra versione. Contro la corrente che dava grande importanza a Diodoro ha sempre e validamente reagito il Pais: v. p. es. *Storia critica di Roma* I 119 sgg; II 217 sgg. Il Beloch, *röm. Gesch.* Berlin 1926 p. 276, riaffermà l'autorità di Diodoro.

Digitized by Google

volta tribuno della plebe nel 416/5 (1). Senza dubbio la notizia dei due autori per l'identità dei nomi e dell'ordine in cui essi sono disposti deriva da una medesima fonte. E poichè essa spetta ad un tempo congruo e non è contradetta da alcun'altra, si può ritenere fosse accolta nei *libri magistratuum*.

L'accoglimento di questa notizia proveniente da Pisone potrebbe far pensare che l'autore dei *libri magistratuum* conoscesse la opinione di lui riguardo ai primi tribuni della plebe e l'avesse eventualmente adottata: sarebbero stati quindi primi tribuni della plebe *L. Sicinius Belutus* e *L. Albinius Paterculus*. Tuditano, contemporaneo più giovane di Pisone, tramandava i medesimi due nomi; ma riteneva che questi tribuni avessero cooptato altri tre colleghi. Livio non sapeva dire il nome di questi tre, se si toglie Sicinio, il quale, naturalmente, risultava dalla sostituzione di *L. Sicinius* con un *L. Licinius* (2). Ma l'autore di tale sostituzione è l'annalista Licinio Macro (3); per cui i nomi più antichi tramandati rimangono i primi due, Sicinio e Albinio. La versione di Dionigi (4), nella quale si hanno cinque tribuni tutti eletti direttamente dalla plebe, si può dire senza tema di smentita la più recente. In questa anche il dissenso sui due ultimi nomi, come dice Livio (5), è superato: il collegio è completo. Il posto d'onore vi è tenuto

(1) Liv. IV 48, 1.

Mecilius o *Maecilius* deriva dal nome della località presso Lanuvio detta *ad Mecium* o *Maecium* (Liv. VI 2, 8), donde il nome della tribù *Maecia*. Così *Scaptius* deriva dalla città *Scaptia*, donde la tribù *Scaptia* (Fest. p. 313 M.; Paul. Diac. p. 342. Kubitschek *de Roman. trib. orig.* p. 20). È notevole come questi *nomina* appartengano a plebei che sarebbero esistiti a Roma prima della creazione delle rispettive tribù (332 Liv. VIII 17, 11): il che vorrebbe accennare ad una immigrazione, molto naturale del resto, dalle varie località del Lazio, di persone che sarebbero state denominate dai luoghi di origine. Analogamente *Volscius* tribuno della plebe nel 461 o anni prima (Dion. Hal. X 7; Liv. III 13, 1).

(2) Liv. II 33, 2 = 58, 2. III 54, 12; Asc. p. 68.

(3) In Livio si trova Sicinio in certo modo spodestato da Licinio, II 33, 2; ma in altro luogo, III 54, 12, Livio stesso rimette Sicinio al posto d'onore. Non è la prima volta che Livio presenta tali incongruenze: p. es. in III 33 egli dà una lista propria del primo Decemvirato e dopo, nel dar ragione degli eletti, segue la lista di Dionigi (X 55).

(4) Dion. Hal. VI 89; Plut. *Coriol.* 7.

(5) II 33, 2: *de duobus, qui fuerint, minus convenit.*

Digitized by Google

da un Giunio Bruto (*L. Iunius Brutus*) e vi manca l'Albinio, che invece appare nelle liste più antiche. Tiene il secondo posto *C. Sicinius Belutus*, il quale è troppo strettamente legato alla tradizione della prima secessione della plebe per essere espulso dalla lista. Largo posto è fatto ai Licinii, i quali partecipano alla lista con due nomi (*C.* e *P.*). Vi è infine *C. Icilius Ruga* che Dionigi pone particolarmente in rilievo in perfetto contrasto con Livio (1).

Il nome di Sicinio che Dionigi dà alla legge *contra verba atque interfationem*, la quale sarebbe stata presentata l'anno successivo alla prima secessione (2), non è conosciuto da Cicerone: per lui quella era una delle leggi sacrate (3). Un fatto che deve avere straordinariamente attratto l'attenzione su questa legge deve essere stato quello del 91, quando M. Druso tribuno della plebe *L. Philippum consulem, quia interfari se contionantem ausus fuerat, obtorta gula, et quidem non per viatorem, sed per clientem suum adeo violenter in carcerem praecipitem egisse, ut multus e naribus eius cruor profunderetur* (4).

Similmente un'altra legge detta sacrata, quella *de Aventino publicando*, 456, nelle fonti più antiche non avrebbe avuto il nome dell'autore; Livio infatti la cita la prima volta semplicemente così: *de Aventino publicando lata lex est* (5). Dopo egli le dà il nome di Icilio e la pone fra le sacrate: *modo ne lex Icilia de Aventino aliaeque sacratae leges abrogarentur* (6). Dionigi (7) non la dice sacrata e la riconosce opera di Icilio tribuno della plebe, ma accumula una quantità di assurdi quando fa la storia di essa: composta e presentata da un tribuno al senato, presentata poi dai consoli ai comizi centuriati. Da tutto ciò è lecito arguire che nella stele, sulla quale Dionigi dice fosse incisa quella legge e che era conservata nel tempio di

(1) Cfr. Dion. Hal. VIII 31, 4. XI 28, 5 con Liv. III 54, 11.

(2) Dion. Hal. VII 14. 17. Di solito questa legge si trova sotto il nome di Icilio, ma i testi migliori dànno Sicinio.

(3) Cic. *p. Sestio* 79. Cfr. Dion. Hal. X 52.

(4) Val. Max. IX 5, 2.

(5) Liv. III 31, 1. E. Meyer in *Hermes* XXX 1895 p. 13 sgg.; A. Merlin *L'Aventin dans l'Antiquité* 1906 p. 88.

(6) Liv. III 32, 7.

(7) Dion. Hal. X 31. 32.

Digitized by Google

Diana Aventiniense, secondo ogni probabilità non fossero iscritti nomi; specialmente quello di Icilio che doveva essere frutto della tradizione letteraria. Icilio infatti autore di questa legge è quello stesso che fu tribuno nel 449 ed ebbe tanta parte come promesso sposo di Verginia nel rovesciamento del governo decemvirale. Io ho creduto ravvisare nel collegio tribunicio completo del 449 ragioni per ritenerlo appartenente alla lista dei *Libri magistratuum*. In quali rapporti di dipendenza si trova l'Icilio del 449 con l'Icilio del 456? Il nome di Icilio è molto legato con le origini del tribunato della plebe e quindi, come Sicinio, come Duilio, deve essere storico e antico. La leggenda di Verginia, che si trova completa nella fonte di Diodoro (1), doveva essere già formata, come quella di Coriolano (2), nel II sec.: non vuol dire che vi manchino i nomi dei protagonisti, perchè i nomi allo scrittore greco non potevano interessare (3). Tutti questi elementi inducono a concludere che la paternità di Icilio sia stata data alla legge in tempo assai tardivo, sulla base del posto già occupato da costui nella tradizione.

La leggenda di Coriolano è già compiuta al tempo di Fabio Pittore (inizio II sec.); ciò non toglie che non sia stata ampliata ed esornata in seguito (4). Nella procedura del processo di Coriolano e di quello di Cesone Quinzio, poichè, fra l'altro, essi appartengono ad un medesimo periodo, esiste senza dubbio un rapporto di interdipendenza (5); ma la procedura stessa non può non essere stata fissata nel II sec. (6). Accusatore di Coriolano è M. Decio (7), di Cesone Quinzio A. Virginio (8). Questa può essere una prima fase del racconto dei due avvenimenti (9). Di un'ulteriore elaborazione si trovano segni ma-

(1) Diod. XII 24. V. G. Sigwart in *Klio* VI (1906) p. 351 sgg. e Pais *Storia critica di Roma* II p. 203 sgg.

(2) Liv. II 40, 10.

(3) V. Pais o. c. II p. 201 n. 1.

(4) Cfr. Cic. *Brut.* 42.

(5) Mommsen *röm. Forsch.* II 147.

(6) V. mia mem. *I tribuni della plebe e il processo capitale* in *Atti della Soc. Ligustica di Scienze e Lett.* Vol. III Fasc. I p. 15 sgg.

(7) Auct. *de vir. inl.* 19.

(8) Liv. III 11, 9.

(9) I nomi dei due accusatori sono antichissimi (Pais *Ric.* III p. 74 e 209).

Digitized by Google

nifesti nella narrazione di Dionigi: presso di lui gli accusatori di Coriolano non sono più uno, ma due: M. Decio e Gaio Sicinio Beluto; anzi quest'ultimo, come il personaggio più insigne per essere sempre quello della prima secessione, è l'accusatore principale (1). Similmente contro Cesone Quinzio non sta più A. Virginio solo, ma anche M. Volscio; colui che presso Livio, III 13, 1, è un testimone d'accusa ed era stato tribuno *ante aliquot annos*, presso Dionigi diviene un collega di Verginio, col quale sta in carica per cinque anni. In queste redazioni diverse è manifesto un vario grado di elaborazione e Dionigi ci presenta di solito il grado più avanzato.

Insieme con gli avvenimenti che hanno per attore principale Sp. Cassio, colui che sarebbe stato tre volte console (502. 493. 486) e avrebbe trionfato il 1° giugno 485, si ricordano fatti concernenti tribuni che spetterebbero all'anno 486/5. Sp. Cassio, stando ad una versione (2), si sarebbe accordato con nove tribuni della plebe per non subrogare alcun magistrato e il decimo tribuno, P. Mucio, avrebbe fatto bruciar vivi i suoi nove colleghi. La sanzione del fuoco è veramente posta in relazione col numero di dieci tribuni (3): ma per il 485 nessuna versione dà come introdotto tale collegio (4). Cassio Dione frg. 22 (Zon. VII 17, 7) parla di nove tribuni arsi vivi fra il 471 e il 458. Questa versione dovrebbe esser messa in relazione con la teoria di Tuditano, che già nel 493 fossero cinque i tribuni della plebe, e quindi nel 471 i tribuni sarebbero stati portati a dieci (5). Secondo le idee di Pisone invece

(1) Dion. Hal. VII 33 sgg.; cfr. Plut. *Coriol.* 18. Anche Livio II 34. 35 usa il plurale: *ni tribuni diem dixissent* e presso di lui Sicinio è pure considerato come capo.

(2) Val. Max. VI 3, 2; cfr. Epit. Iul. Paridis.

(3) Diod. XII 25

(4) Cicerone ha sempre detto che i primi tribuni furono due (*de re publ.* II 59 e *p. Corn.* I frg. 48 M.). Asconio p. 68 pone in rilievo questa notizia di lui, confrontandola con quella di coloro che ritenevano cinque fossero i primi tribuni. È quindi inverosimile che nel passo stesso da Asconio addotto e commentato vi fosse la frase: *Itaque auspicato postero anno X tr. pl. comitiis curiatis creati sunt*, e che egli non ne avesse notato la stranezza e creduto necessario uno schiarimento. Fanno bene gli editori a espellere la cifra X, che nel testo di Asconio non v'era.

(5) Zon. VII 15, 7.

Digitized by Google

il numero di dieci sarebbe stato introdotto dopo il Decemvirato, per la restaurazione del tribunato della plebe; di ciò può far fede la notizia di Diodoro la quale contiene altresì la legge comminante la pena del fuoco del tribuno che non avesse subrogato il collegio per intiero (1).

È chiaro che un esempio di questo genere, se vi fosse stato, doveva, secondo Pisone e Diodoro, essere posto dopo i Decemviri. Livio ci offre questa stessa versione, ma intensamente elaborata. La legge che introduceva la cooptazione, dovendo essere anteriore alla legge Trebonia che l'aboliva, fu portata al tempo della restaurazione dopo il Decemvirato e fu attribuita a Duilio tribuno della plebe del 449 (2). Da tale fatto conseguiva che l'aumento dei dieci tribuni fosse trasferito ad un tempo anteriore al Decemvirato; ma non al 471, anno in cui invece l'aumento sarebbe stato da due a cinque, bensì in una data intermedia. Livio infatti (III 30) ci parla dell'aumento nel 457; senza però dargli quell'importanza che l'avvenimento meriterebbe: la sanzione penale vi è adombrata con le parole: *itaque cautum est ut postea crearentur*. Neppure è taciuto il fatto dei nove tribuni; ma, rimasto al suo anno, 449, ha subito una modificazione: si è piegato cioè a fare da paradigma alla nuova situazione creata dalla legge della *cooptatio* e l'austero decimo tribuno sarebbe stato M. Duilio, l'autore stesso di questa legge (3).

---

(1) Diod. XII 25.

(2) Soltanto intesi così, i passi di Livio si corrispondono e si completano. Infatti Liv. III 55. 14: *M. Duillius deinde tribunus plebis plebem rogavit plebesque scivit, qui plebem sine tribunis reliquisset quique magistratum sine provocatione creasset, tergo ac capite puniretur*. Cfr. Cic. *de legg.* III 9: *neve plebem orbam tribunis relinquonto*. Liv. 64, 9: *satisfactum legi aiebat (Duillius), quae numero nusquam praefinito tribuni modo ut relinquerentur sanciret et ab iis, qui creati essent, cooptari collegas iuberet; recitabatque rogationis carmen, in quo sic erat: 'tribunos plebei decem rogabo; si qui vos minus hodie decem tribunos plebei feceritis, tum ut ii, quos hi sibi collegas cooptassint, legitimi eadem lege tribuni plebei sint, ut illi, quos hodie tribunos plebei feceritis'*. La sanzione *tergo ac capite* non è propria della magistratura plebea, ma meglio si addice al disposto sulla *provocatio*, il quale sembra ripetere la sua origine dalla analoga legge Valeria-Orazia. La pena per la mancata *subrogatio* dei tribuni rimaneva, naturalmente, quella del fuoco.

(3) Liv. III 64.

Digitized by Google

In Festo p. 174 M. si fa cenno di nove tribuni militari morti in guerra contro i Volsci nel 487 e cremati a Roma. Fra questa notizia e quella dei nove tribuni combusti da Mucio esistono quelle relazioni che sono state poste in rilievo e spiegate dal Mommsen (1). Certo il racconto del tribuno della plebe P. Mucio e dei nove tribuni combusti, derivante dalle cronache familiari dei Muci, aveva la sua base nella legge tramandataci da Diodoro; ma non si riesce a comprendere come esso sia stato introdotto nelle vicende di Sp. Cassio. Gli scrittori più antichi sapevano che Sp. Cassio era stato ucciso perchè aveva aspirato alla tirannide (2); la motivazione della sua catastrofe nella versione democratica, che egli avesse cospirato per abolire la libertà plebea, è senza dubbio posteriore, come posteriore è quella di carattere conservatore che consisteva nella legge agraria. La notizia di nove tribuni della plebe arsi vivi doveva essere molto antica, ma senza indicazione di nomi; per cui fu agevole attribuire il vanto di aver salvato la magistratura plebea a un Mucio o a un Duilio. Similmente il nome del tribuno della plebe Rabuleio (3), non altrimenti noto che per un membro del secondo Decemvirato e da Dionigi presentato come patrizio, ha comune la sorte con la legge agraria che viene attribuita a Sp. Cassio e che tradisce la sua origine dal periodo sillano (4).

La notizia che fa di Sp. Cassio, quale autore della legge agraria, un tribuno della plebe (5), ci porta in un campo tutt'affatto diverso. La versione più antica sapeva che Sp. Cassio aveva tentato di raggiungere la tirannide l'anno del suo terzo consolato (6); e Livio, come a conclusione delle sue ricerche, dice (II 41, 12): *ceterum, sive illud domesticum sive publicum fuit iudicium, damnatur Ser. Cornelio Q. Fabio consulibus* (= 485). Ora la versione tramandataci da Val. Mass. contraddice

(1) *Roem. Forsch.* II p. 168-172.

(2) Mommsen *röm Forsch.* II p. 173 n. 37; qui in particolare l'isone apd Plin. *h. n.* XXXIV 6, 30.

(3) Dion. Hal. VIII 72.

(4) Mommsen *röm Forsch.* II p. 164 sgg. V. su ciò anche Soltau *die Anfänge der röm. Geschichtschreibung* p. 121 sgg. e Pais *Stor. crit. di Roma* II p. 138 sgg.

(5) Val. Max. V 8, 2. Il Mommsen o. c. p. 168 n. 31 ritiene autore dello scambio Valerio Massimo stesso.

(6) Diod. XI 37.

Digitized by Google

a tutto ciò nel modo più assoluto. Essa è di fattura molto recente e non per nulla, fra le diverse maniere di processo, si attiene al *domesticum iudicium* (1): essa riflette quella severità nei giudizi e quell'amore della libertà che si manifestarono propri della famiglia plebea dei Cassii Longini dal tempo dei Gracchi alla uccisione di Cesare.

Uno dei tribuni della plebe, di cui si mette in dubbio la consistenza storica, è pure *Considius* del 476-5. Il suffisso *-idius* è frequente fra le popolazioni dell'Italia centrale (2) e quindi si dimostra estraneo alle genti romane del V sec., mentre i Considii storici non figurano prima del I sec. a. C. (3). Così è probabile che quel *L. Allienus* tribuno della plebe del 456, se è vera l'integrazione che si fa del passo di Dionigi X 48, sia un prodotto dell'ultimo sec. della Repubblica, perchè solo durante questo tempo gli Allieni compaiono nell'autentica storia romana, e d'altra parte la forma del nome col suffisso *-enus* non ha carattere romano, ma tradisce l'origine picena o di qualche regione vicina (4).

Insieme con questo *Considius* va unito nella tradizione un *T. Genucius*, anch'egli autore della legge agraria e accusatore davanti ai comizi tributi dell'ex-console Menenio per la perdita del presidio al Cremera. Similmente un altro Genucio, *Gneus*, del 474-3, presenta una legge agraria e poichè i consoli si oppongono, alla loro uscita di carica li sottopone a processo: ma il giorno innanzi al processo egli è trovato morto in casa. Si tratta, come informa Dionigi (5), della legge agraria di Sp. Cassio, che sempre viene ripresa dai tribuni, e poichè essa aveva ottenuto l'approvazione di un S. C., si voleva che questo fosse mandato ad effetto; ma si impugnava, dicendo, che il probuleuma aveva valore per un anno solo. Con questa schermaglia di diritto costituzionale si sarebbe eluso ogni tentativo dei magistrati plebei di avere terre. Anche quel tribuno della plebe L. Genucio che nel 342 avrebbe presentato la legge *ne faenerare liceret*, non sembra un personaggio storico più sicuro dei precedenti. Livio infatti racconta che *antiqui rerum scrip-*

(1) Cic. *de re publ.* II 60; Liv. II 41; Dion. Hal. VIII 78-79.
(2) A. Schulten in *Klio* II 1902 p. 167 sgg.
(3) Pais *Stor. crit. di Roma* II p. 178; *Ric.* III p. 67.
(4) Pais *Ric.* III p. 18 sg.
(5) IX 37.

Digitized by Google

tores sapevano soltanto di una sedizione scoppiata e composta nel 342. Ma gli annalisti tardivi ne avrebbero fatto oggetto di un'ampia e circostanziata narrazione con due versioni diverse: l'una che faceva sorgere la sedizione nella Campania e la faceva sedare da un dittatore, l'altra in Roma stessa e dai consoli. La notizia di Genucio appariva nella prima, forse proveniente da Licinio Macro (1).

Tutto fa credere che i Genuci rammentati sin qui non siano comparsi nei *libri magistratuum*: è molto più facile vi abbia trovato posto quel Genucio che Gaio Gracco diceva esser stato motivo di guerra contro i Falisci per ingiurie da essi ricevute (2), sebbene a noi non ne sia pervenuta alcuna notizia. Anzi ci si presenta subito la domanda, come un tribuno della plebe potesse esser fatto segno a pubbliche offese da stranieri. Bisogna bene che egli si fosse recato fuori di Roma per incarico del senato, come nel 310 e 204, quando i tribuni accompagnarono una missione del senato diretta al console Fabio e al proconsole Scipione (3). Certo questo Genucio non ha che vedere con quel Genucio tribuno consolare che in guerra contro i Falisci nel 396 sarebbe caduto con l'esercito in un'imboscata (4), perchè, fra l'altro, quello era patrizio (5). Si è pensato che l'incidente accennato da Gracco sia stato causa o sia stato considerato pretesto dell'ultima guerra coi Falisci nel 342; ma nulla possiamo dire di più.

Sull'autenticità di una legge agraria che sarebbe stata presentata da un *Sex. Titius* nel 462 (6), poco vi è da osservare particolarmente: essa ha il carattere di dubbia autenticità delle altre leggi, specialmente agrarie, del tempo anteriore al Decemvirato; ma a noi interessa indagare quando questo *Titius* possa essere stato introdotto nei Fasti. Si è pensato che *Sex. Titius* del V sec. sia copia di quel *Sex. Titius* del 99, che presentò anch'egli una legge agraria molto inopportunamente; infatti se a quello il popolo non approvò la legge differendola a tempi migliori, a questo non solo si opposero i colleghi, ma i segni

(1) Così il Weissenborn apd Liv. VII 39-42.
(2) Plut. *C. Gracch.* 3.
(3) Liv. IX 36, 14. XXIX 20, 11.
(4) Liv. V 18, 7.
(5) Mommsen *röm Forsch.* I p. 108.
(6) Dion. Hal. IX 69.

Digitized by Google

del cielo furono avversi e per decreto degli auguri la legge fu annullata (1).

Particolare rilievo merita pure quell'*A. Verginius* che sarebbe stato tribuno della plebe per cinque anni, dal 461 al 457. Questo nome, al pari di quello di *Icilius*, si ritrova nel primo collegio tribunicio dopo i Decemviri. Il tribunato di A. Verginio va unito con un certo numero di notizie che hanno manifestamente origine tardiva: la creazione dei dieci tribuni della plebe trasportata dal Decemvirato al 457, il processo di Cesone Quinzio, la lunga lotta per l'approvazione della legge Terentilia. In quest'ultima colpisce subito il fatto che Terentilio, autore della legge, appena uscito di carica scompaia dalla scena politica e a lui subentri Verginio per un quinquennio. La cosa, a dire il vero, se può sembrare strana, non dovrebbe sembrare impossibile; ma ad un attento esame se ne scopre la inattendibilità. Livio (III 9) narra che nel 462 Terentilio propone, *ut quinque viri creentur legibus de imperio consulari scribendis*, e questa proposta, secondo Livio c. 24, 9. 31, 7, è mantenuta fino a che non si nominano i tre legati da inviarsi in Grecia. Verginio quindi, quando appare, sostiene la legge Terentilia. Dionigi invece accenna ad una legge che Terentilio osò presentare (X 1, 5); ma non dice in quali termini era espressa. All'anno successivo però, quando fa assumere la direzione dell'agitazione plebea da Verginio, questi propone e sostiene una legge che voleva la nomina di *decemviri* i quali scrivessero *τοὺς ὑπὲρ ἁπάντων νόμους τῶν τε κοινῶν καὶ τῶν ἰδίων* X 3, 4). Questa legge richiama spontaneamente la notizia dei Fasti: *decemviri consulari imperio legibus scribendis*. Ora a provare che Livio e Dionigi abbiano avuto davanti a sè le medesime fonti, basta il confronto, a proposito dei poteri dei *decemviri* che Livio dice *sine provocatione*, della frase di lui (c. 33, 1): *ab consulibus ad decemviros, quem ad modum ab regibus ante ad consules venerat, translato imperio*, con quella di Dionigi X 55, 4: *ἐξουσίαν ἔχοντας ὑπὲρ ἁπάντων τῶν κατὰ τὴν πόλιν ἣν εἶχον οἵ τε ὕπατοι καὶ ἔτι πρότερον οἱ βασιλεῖς*; ed ancor più giova il fatto caratteristico che Livio, mentre illustra la nomina dei

(1) Cic. *de legg.* II 31; Iul. Obs. 46. V. su ciò Pais *Ric.* III p. 201 sg.

Digitized by Google

primi Decemviri, si dimentica dell'ordine della lista propria e segue quello della lista di Dionigi (1). Le diversità dunque che si incontrano nelle narrazioni dei due scrittori, dipendono da criteri tutti personali di essi, che hanno scelto a loro talento nelle fonti. Ma la notizia della proposta Terentilia così diversa e per il numero dei magistrati e pel suo contenuto da quello che fu il risultato finale della lotta, non avendo una base in questo, non può ritenersi di fattura tardiva; mentre Verginio sembra introdotto apposta per dare una spiegazione storica alla nomina dei Decemviri, i quali sarebbero il prodotto di una legge Verginia. Orbene di una legge Verginia non si è parlato mai, e i dati della tradizione sono soltanto due: la proposta Terentilia e il Decemvirato.

Si suole mettere in dubbio il tribuno *C. Furnius* del 445-4, perchè ha un suo correspettivo in *C. Furnius* del 50, senza che vi sia di mezzo, a così gran distanza, alcun altro personaggio della medesima famiglia (2). Che Livio e Dionigi (3) segnano fonti diverse e che quella di quest'ultimo abbia introdotto il nome di *C. Furnius*, è ciò che bisogna dimostrare. Livio e Dionigi dicono unanimemente che nove tribuni proposero una legge per dare facoltà al popolo di eleggere i consoli sia plebei che patrizi; il decimo, che Livio non nomina, ma Dionigi si, mentre avrebbe dissentito non si sarebbe opposto. È strano che Dionigi non racconti, come Livio, in quest'anno le vicende della legge Canuleia; si vede che egli non ne ha trovata menzione nelle sue fonti. Ma Livio conosce anche fonti che raccontavano l'introduzione dei *tribuni militum consulari potestate* come una necessità militare *sine mentione promulgatae legis de consulibus creandis ex plebe* (4). Orbene le fonti di Livio possono dividersi in due gruppi: quelle che con-

(1) Liv. III 33, 5: *his proximi additi legati tres, qui Athenas ierant.* Questi tre legati, di cui Livio stesso dà i nomi a c. 31, 8, vengono subito dopo Claudio, Genucio e Sestio, non nella lista di lui, ma in quella di Dion. Hal. X 55.

(2) Münzer in P.-W. VII 375; egli ritiene inventato anche un *Furnius* del 217 apd Sil. Ital. VII 619. V. pure Pais *Ric.* III p. 91 e 237.

(3) Liv. IV 1-7; Dion. Hal. XI 53-60.

(4) IV 7, 2. Livio rammenta anche in III 23, 7 fonti più antiche e più sobrie.

Digitized by Google

tenevano il racconto della legge Canuleia e l'introduzione dei *tribuni militum consulari potestate* per una semplice necessità militare e quelle che contenevano la narrazione della legge *de consulibus creandis ex plebe* come causa dell'istituzione dei tribuni consolari. Livio avrebbe fatto di esse una *contaminatio*, mentre Dionigi avrebbe conosciuto soltanto quest'ultime. Poichè la legge Canuleia è nota alle fonti più antiche (1), è evidente che la versione di Dionigi rappresenta l'elaborazione più tardiva, tanto più che in essa appare un Canuleio spogliato dei suoi meriti principali e caratteristici. Ora, tenuto conto della tarda età storica in cui si comincia a fare il nome di questa stirpe e della scarsa credibilità delle notizie relative al tribunato del V sec., è lecito ritenere che *C. Furnius* del 445 sia stato introdotto nelle liste tardivamente ed anche vi abbia influito il *Furnius* del 50 per ragioni che non riusciamo per ora ad esattamente determinare.

Fra i personaggi storici, che avrebbero ispirato gli ultimi annalisti ad introdurre nomi analoghi nelle liste più antiche, si mette anche *Furius* del 99. Questi si oppose al ritorno di Metello dall'esilio, ma alla fine della sua carica fu da *C. Apuleius Decianus* accusato e durante il processo, prima della votazione, linciato (2). Nel 308 un tribuno della plebe *L. Furius* avrebbe impedito ad Ap. Claudio censore di farsi eleggere console, finchè non ebbe abdicato dalla censura, e Livio IX 42, 3 trova questa notizia *in quibusdam annalibus*. Di tale notizia si dubita sia per l'incertezza che regna nel racconto delle gesta di questo Ap. Claudio, sia per l'apparizione di un Furio plebeo sino dal 308 (3). Si potrebbe obiettare che se il tribuno del 99 era figlio di un liberto, esisteva però un *M. Furius Luscus* edile plebeo nel 187, mentre è tutt'altro che escluso che Livio abbia attinto quella sobria notizia da Pisone (4). Comunque, rimane tanta incertezza da non potersi sicuramente

(1) Cic. *de re publ.* II 63. Floro I 25 parla di *seditio* sul Gianicolo.

(2) Sul nome dell'accusatore v. le mie *Emendazioni Appianee* in *Atti* d. Soc. Ligustica di Scienze e Lett. Vol. I fasc. 1 p. 32 sg.

(3) Münzer in P.-W. VII 316; Pais *Ric.* III p. 90.

(4) Livio a c. 44, 3 attinge nominativamente da Pisone a proposito della lista consolare, e a c. 46, 2 racconta il fatto di Gneo Flavio, che dice di aver trovato *in quibusdam annalibus* e che Pisone narra apd Gell. VII (VI) 9.

Digitized by Google

affermare che questo *Furius* abbia trovato posto nei *libri magistratuum*.

Il processo del 390 contro Camillo ci fa conoscere il nome di un tribuno della plebe. *L. Apuleius*, quale accusatore. È questa notizia attendibile? Due sono le specie di accuse dirette contro Camillo: l'avere usato nel trionfo sugli Etruschi una quadriga di cavalli bianchi (1) e l'aver fatto malo uso della preda. Livio mostra di conoscere l'uno e l'altro addebito, ma si limita a dire che ne sarebbe derivata una forte irritazione della plebe contro Camillo (2): quel trionfo parve un'offesa alla divinità; mentre la preda Veientana egli *publicando sacrandoque* aveva ridotto a nulla. Quando però deve determinare l'accusa, Livio sa che fu la seconda imputazione quella addotta dal tribuno L. Apuleio: *propter praedam Veientanam*; ma non precisa il capo d'accusa; il che vuol dire che egli sapeva esservene diversi. Infatti secondo Floro I 22, 4, Eutr. 20 (18) e l'Auctor *de vir. inl.* 23, 4 Camillo sarebbe stato accusato di aver diviso la preda *inique*; mentre secondo Val. Max. V 3, 2 *a*, Plut. *Cam.* 12, Cass. Dio. LII 13, 3 (= Zon. VII 21, 3) per essersi esso approfittato della preda Veientana: Plutarco specifica dicendo che porte ornate di bronzo si vedevano nella sua casa. Ma questa stessa imputazione si trova presso Plinio *n. h.* XXXIV 13; dove però non è più accusatore un L. Apuleio tribuno della plebe, ma uno Sp. Carvilio questore. Orbene questa diversità di accusatori implica una diversità di procedura: col tribuno vanno i comizi tributi o *concilium plebis*, col questore il *comitiatus maximus* = comizi centuriati (o curiati). Quale delle due versioni sarà la più antica? I critici hanno pensato che la notizia dell'accusatore Carvilio risalga a Pisone, perchè Plinio si giova in un determinato modo di questa fonte; che d'altra parte quella sia una notizia molto antica, è confermato dal fatto che anche Cicerone *de domo* 86, ci dà Camillo processato nei comizi centuriati. Senza dubbio la tradizione autentica deve avere recato ai posteri l'accusa e l'esilio di Camillo; ma si deve essere di buon'ora cercato di determinare la precisa ragione dell'accusa, traendo profitto dalle ana-

(1) Diod. XIV 117; Cass. Dio. LII 13, 3 (nel discorso di Agrippa); Auct. *de vir inl.* 23, 4. Cfr. Liv. V 23, 5. 28, 1.

(2) Questo risulta anche da Zon. VII 21, 3

Digitized by Google

logie di fatti veramente storici e dalle cognizioni giuridiche del tempo; Livio rappresenterebbe di questo lavoro l'ultima fase riassuntiva (1).

Gneo Flavio, il segretario di Ap. Claudio censore (312-308), divenne, secondo Pisone (2), edile curule mentre era *apparitor* degli edili stessi: ciò che suscitò lo sdegno dei nobili; ma Plinio *n. h.* XXXIII 17 trovò *in antiquissimis annalibus* che egli, quando fu creato edile, era tribuno della plebe, e fu questo cumulo di magistrature che sollevò lo sdegno dei nobili. Licinio Macro, presso Livio, valendosi della notizia del tribunato di Flavio, contesta che questi fosse ancora *apparitor* quando fu eletto edile, perchè avrebbe già prima sostenuto il tribunato (*tribunatu ante gesto*), e stabilendo tale priorità, elimina anche il fatto del cumulo delle cariche (3). Ciò dimostra che gli annalisti conosciuti da Plinio, se da essi va escluso naturalmente Pisone, dovevano essere ad ogni modo anteriori a Licinio Macro; e questa circostanza induce a credere che Gneo Flavio possa essere apparso come tribuno nei *libri magistratuum*.

I nomi che possono essere entrati nei *libri magistratuum* pei sec. V e IV hanno il pregio di essere più antichi, e ciò non è poco; ma non possono sottrarsi per questo a molti dubbi che ha sollevato la critica moderna sulla loro autenticità. Fermo stando questo principio, nulla ci permette di escludere dai *libri magistratuum* i nomi degli autori delle leggi più fàmose o più note, quali p. e. la *Publilia (Voleronis)* del 472, la *Trebonia* del 447, la *Canuleia* del 444, le *Liciniae-Sextiae* del 376, la *Poetelia de ambitu* del 357, la *Duilia-Menenia de unciario faenore* del 356, la *Flaria de Tusculanis* del 322, la *Antistia de Satricanis* del 319, la *Ovinia* del 318-312, la *Atilia-Marcia de trib. mil.* del 311, la *Decia de duumviris naval.* del 311. Parimente non abbiamo il modo di dimostrare che

(1) Si veda particolarmente sull'argomento Hirschfeld *zur Camillus Legende* in *Klein. Schrift.* p. 273 sgg., seguito da Soltau *die Anfänge der roem. Geschichtschreibung* p. 161 sg. e da Beloch *röm. Gesch.* p. 281: essi rigettano il nome così dell'uno come dell'altro degli accusatori. Diversamente Pais *Ric.* III p. 30 sg. e 53.

(2) Se Pomponio I 2, 2, 7: *ut tribunus plebis fieret et senator et aedilis curulis*, segua gli antichi annalisti o non piuttosto Licinio Macro, non saprei.

(3) Vedi pure Münzer in P.-W. VI 2527.

Digitized by Google

fosse nei *libri magistratuum*, ma neppure abbiamo alcuna ragione di escluderlo, il numero cospicuo di nomi di tribuni della plebe che ci sono tramandati, pei medesimi due secoli, oltre quelli di cui ci siamo occupati sin qui (1). Anzi dirò che il caso singolarissimo dei due patrizi consolari, *Tarpeius* e *Aternius*, che sarebbero stati *cooptati* tribuni della plebe nel 447 (2), induce per sè a credere che essi fossero entrati di buon'ora nelle liste.

Interessante sarebbe conoscere sotto quali eponimi erano posti anno per anno i tribuni della plebe nei *libri magistratuum* anche pei tempi più antichi. Noi abbiamo veduto come pel II sec. essi fossero disposti sotto quei consoli che entravano in carica dopo di loro. Ma i tribuni avevano l'entrata fissa, sia dalla loro restaurazione dopo il Decemvirato sia dalla loro origine, al 10 dicembre, mentre i consoli fino al 153 ebbero l'entrata in carica molto variata. Tale discordanza, mentre da una lista di soli nomi non poteva essere evitata, doveva però produrre nella narrazione della storia dei primi secoli incongruenze cronologiche, ove quella lista fosse stata presa per base. Per non citare altri esempi, che sono numerosi nel periodo anteriore al Decemvirato, ricorderò quello di *C. Calvius Cicero* e *L. Siccius Dentatus*. Essi sono dati per tribuni sotto i consoli Sp. Tarpeio e L. Aternio 454 (3); Gellio II 11, 1 anzi dice di quest'ultimo: *L. Sicinium Dentatum, qui tribunus plebi fuit Sp. Tarpeio L. Aternio consulibus, scriptum est in libris annalibus, plus quam credi debeat, strenuum bellatorem fuisse.* Ambedue questi personaggi possono essere storici ed essere appartenuti al medesimo anno; ma Dionigi dice che Siccio avrebbe processato l'ex-console Romilio il giorno stesso in cui egli entrò in carica (4). Orbene, poichè questo giorno era sempre il 10 dicembre e i consoli entravano in carica in questo tempo fra il maggio e l'agosto, Siccio sarebbe dovuto appartenere al collegio dell'anno successivo, 454-3. Nei riguardi infatti delle liste consolari e tribunicie non potevano

(1) V. i miei *Fasti tribunorum pl.* Pisis 1898 o Pais *Ric.* III.

(2) Liv. III 65.

(3) Per *Calvius* Liv. III 31, 5; per *Siccius* Dion. Hal. X 47, 6 e Plin. *n. h.* VII 101.

(4) Dion. Hal. X 48, 2.

Digitized by Google

esser messi in corrispondenza di una medesima coppia di consoli due collegi diversi di tribuni (1).

Dopo il Decemvirato il primo collegio dei tribuni restituiti va sotto i consoli Valerio e Orazio, eponimi del 449, pur essendo entrati in carica il 13 dicembre di quell'anno, appunto perchè i tribuni erano entrati il 10. Ciò è in contradizione con quanto avveniva nel II sec.

La diversità dell'entrata in carica dei tribuni consolari e dei tribuni della plebe ha fatto si che Livio salti i tribuni consolari del 376, i quali ci sono tramandati da Diod. XV 71. Livio infatti narra (VI 35, 10) che i tribuni Licinio e Sestio *refecti* la prima volta, non permisero che si eleggessero più i magistrati curuli, donde la *solitudo* di cinque anni. Questi tribuni, entrati la prima volta in carica il 10 dicembre 377, non furono rieletti che pel 10 dicembre 376 e in questo loro secondo anno di magistratura non potevano impedire che le elezioni consolari per il 1 luglio 375 (la entrata in carica dei consoli era in tal giorno); così fra i tribuni consolari che entrarono in carica nel 377 e quelli che sarebbero entrati nel 375 vanno quelli del 376 che Livio non rammenta, ma che non potevano mancare.

L'utilità grande dei *libri magistratuum*, qualora se ne potesse largamente controllare l'efficacia sulle fonti storiche, non v'ha chi non veda. Essi dovettero costituire specialmente pei sec. III e II una solida ossatura alle abbondanti narrazioni che furono elaborate nel sec. seguente. Basti citare il fatto dei processi degli Scipioni. Le alterazioni e le falsificazioni che oscurano la tradizione di così grande avvenimento, son ben note per essersi intorno ad esso esercitata la critica moderna lungamente, se non sempre con felice risultato (2); ma ciò che non

(1) Livio ha attinto a fonte diversa da quella di Dionigi e degli altri. La fonte di Dionigi è più recente: la notizia infatti del giorno del processo risente del lavoro che fu compiuto nel I sec. per determinare la cronologia anche nei suoi particolari.

(2) Nissen *krit. Untersuch.* p. 217 sg.; Mommsen *röm Forsch.* II p. 417 sgg.; Niese *de annal. Rom. observationes alterae* Marburgi 1888 Progr.; C. Pascal *Studi Romani* I e II (1896) e in *Riv. di Stor. Ant.* II (1897) p. 64 sgg. e IV (1899) p. 268 sgg.; G. Niccolini *La questione dei processi degli Scipioni* in *Riv. di Stor. Ant.* III (1898) p. 28 sgg.; Münzer in P.-W. IV (1901) 1475 sg.; G. Bloch *Observations sur les procès des Scipions* in *Revue des études anciennes* 1906; P. Fraccaro *I processi degli Scipioni* in *Stud. Stor. per l'Antich. Class.* IV (1911) p. 217 sgg.

Digitized by Google

può essere oggetto di contestazione ritengo siano i nomi dei due Petillii, di Ti. Sempronio Gracco, di Q. e L. Mummii, di Gaio Fannio tribuni del 187 e di M. Nevio del 184, i quali Valerio Anziate deve aver trovati nei *libri magistratuum* e non può ragionevolmente avere rimossi dal loro posto (1).

Ma in relazione coi *libri magistratuum* sta pure una questione molto importante. Abbiamo riconosciuto come pertinenti ad essi esempi di iterazione dei tribuni della plebe. Senza volere entrare in merito nei casi singoli, si domanda se possa l'iterazione dei tribuni della plebe anche pei tempi più antichi rappresentare un fatto storico.

L'iterazione delle magistrature è un istituto antichissimo, che risale agli Italici (2). In Roma, come risulta dalle liste consolari, l'iterazione in genere è abbastanza frequente. Il caso più grave di essa, cioè la iterazione immediata o *continuatio*, è invece piuttosto raro. Nel principio della Repubblica P. Valerio Publicola è console negli anni 509. 508. 507. Un altro caso di *continuatio* nei tempi più antichi sarebbe quello di Gaio Giulio e L. Virginio consoli nel 435 e 434; ma è sospetto, perchè si sarebbe trovato nelle liste di Licinio Macro e dei *libri lintei*, mentre Valerio Anziate seguiva liste che avevano per il 434 due altri consoli, M. Manlio e Q. Sulpicio (3). Altri esempi di *continuatio* si sarebbero avuti negli anni del tribunato consolare: Gaio Servilio Ahala fu trib. consol. nel 407 e 406, L. Furio Medullino nel 398 e 397 (III e IV) e poi nel 395 e 394 (V e VI), Ser. Sulpicio Rufo nel 384 e 383 (II e III), L. Emilio nel 383 e 382 (III e IV), L. Veturio Cicurino nel 368 e 367 (4); ma questi non avrebbero presentato la gravità della *continuatio* dei consoli per il numero maggiore dei membri del tribunato consolare. Nel IV sec. e più precisa-

(1) Liv. XXXVIII 50-60. XXXIX 52.

(2) Rosenberg *der Staat der alten Italiker* Berlin 1913 p. 70. 73.

(3) v. sopra pag. 104.

(4) Nel 397 si ha *trib. mil. cons. pot. P. Cornelius P. f. M. n. Maluginensis*, nel 395 *P. Cornelius P. f. - n. Cossus* e *P. Cornelius - f. - n. Scipio*, nel 394 *P. Cornelius II*: la *continuatio* è incerta. Parimente il cons. *L. Papirius* nel 326 vi è incertezza se sia *Mugilanus* o *Cursor*, nel 320 è *Cursor* senza dissenso, nel 319 è incerto pure se sia *Cursor* o *Mugilanus*: la *continuatio* può essere discutibile. In generale dei casi di *continuatio* segnati dal *Chronographus* non ci si può fidare. V. *C. I. L.* I².

Digitized by Google

mente nel 342-1 si sarebbe avuto, a regolare questa materia di diritto pubblico, un plebiscito il quale vietava di riassumere la stessa magistratura, cioè il consolato, entro dieci anni (1). Questa legge è ricordata anche nel 298, quando si vuole violare per Q. Fabio: *legem recitari iussit qua intra decem annos eundem consulem refici non liceret* (2). Essa però, come risulta dalle liste consolari, è spessissimo violata, e ciò perchè in fatto di elezioni e di leggi la sovranità del popolo nei comizi è riconosciuta sin dalle leggi Regie (3) e dalle XII Tavole (4): il popolo, naturalmente, non ha bisogno dell'autorizzazione di alcuno per *solvere legibus* sè stesso.

L'iterazione dunque è ammessa come principio e nel più largo senso della parola; nella pratica attuazione però si è cercato di evitare il caso più grave, la *continuatio*, e tale norma ha costituito il *mos maiorum*. La *continuatio* aveva per gli antichi un carattere tirannico (5), ed infatti a Sp. Cassio nel 485 è attribuito tale tentativo; ma Cincinnato nel 460 rifiuterà recisamente di farsi rieleggere, sebbene i patrizi volessero farlo e per i suoi meriti e per rappresaglia contro i plebei che volevano rieleggere i loro tribuni (6). Così pure i consoli Valerio e Orazio nel 449 si atterranno al *mos maiorum*.

La disposizione legislativa che imponeva un intervallo di dieci anni alla rielezione e che, apparsa fra il IV ed il III sec., contro l'ambizione degli uomini e la forza delle circostanze non ebbe maggior valore del *mos maiorum*, rimase unica e sola base di diritto positivo fin verso la metà del II sec.: ne fu legalmente sospesa l'azione in via temporanea soltanto nel 217 per il plebiscito: *ut quoad bellum in Italia esset, ex iis, qui consules fuissent, quos et quotiens vellet, reficiendi consules populo ius esset* (7); per effetto del quale si ebbe pure la *continuatio* del consolato del Temporeggiatore nel 215 e 214.

---

(1) Liv. VII 42, 2.

(2) Liv. X 13, 8.

(3) App. *de r. Pun.* 112.

(4) Liv. VII 17, 12.

(5) Liv. III 21, 2: *in reliquum magistratus continuari et eosdem tribunos refici iudicare senatum contra rem publicam esse.*

(6) Liv. III 21; Val Max. IV 1, 4.

(7) Liv. XXVII 6, 7.

Digitized by Google

Una legge ancora più restrittiva fu approvata intorno alla metà del II sec. (1): essa *vetabat quemquam iterum consulem fieri*. Sembrava che questa legge, anche perchè soddisfaceva all'ambizione di un maggior numero di cittadini, dovesse essere più rigorosamente osservata; ma invece anch'essa dovette cedere a necessità di varia natura: per il 134 fu rieletto console l'Africano minore, e nel 105 ebbe principio la serie delle rielezioni di Mario (2). Silla nell'81 restituì l'intervallo di dieci anni per la medesima magistratura (3).

Per il tribunato della plebe, fin dal suo nascere, l'iterazione non si può escludere sia per analogia col consolato sia per altre ragioni d'indole interna. In principio la plebe sembra infatti essersi preoccupata e della continuità della sua magistratura e dell'integrità del collegio tribunicio, specialmente quando esso fu portato a dieci membri. Diodoro XII 25 tramanda una legge che fa obbligo ai dieci tribuni della plebe di subrogare un numero pari di tribuni pena la morte col fuoco, e qualora essi non si trovino tra loro d'accordo, di rimanere in carica per tutto il tempo del dissenso (4). Questa legge sarebbe stata sostituita da quella *de tribunis pl. cooptandis* presentata dal tribuno della plebe Duilio nel 449 (5); ai cui tristi

(1) Liv. *per.* 56 (an. 135). Questa legge, senza dubbio un plebiscito, è del 149, anno della morte di Catone o anteriore (*Arg. orat. Catonis* Meyer *Or. Rom. frg.* p. 158; Iordan *frg. Cat.* p. 55). Essa ebbe la sua efficacia, perchè fino al 134 non si notano rielezioni di consoli e per quell'anno Scipione Africano fu *legibus solutus*; dopo non si hanno rielezioni fino a Mario, 104. Ciò induce a credere che il gruppo di rielezioni consolari fra il 158 e il 152 costituisca il *terminus ante quem non*.

(2) Plut. *Mar.* 12 scambia questa legge con la precedente, per Mario infatti furono violate tutte e due.

(3) App. *b. c.* I 100. Cic. *de legg.* III 9: *Eumdem magistratum, ni interfuerint decem anni, ne quis capito.*

(4) V. l'interpretazione di G. Sigwart in *Klio* VI (1906) p. 362. Un eco di quest'ultima disposizione si trova nelle parole di Livio III 64, 11, a proposito dell'incidente nella *subrogatio* dei tribuni del 449, dopochè i nove colleghi aspiranti hanno permesso che se ne eleggessero cinque soli nuovi: *Duillius cum ad ultimum perseverasset negando quindecim tribunos plebei rempublicam habere posse, victa collegarum cupiditate pariter patribus plebeique acceptus magistratu abiit.* È errata la spiegazione del Mommsen *Droit pubblic* I p. 248 n. 5.

(5) V. sopra p. 114.

Digitized by Google

effetti si sarebbe subito riparato con la legge Trebonia del 448 (1): *ut qui plebem Romanam tribunos plebi rogaret, is usque eo rogaret, dum decem tribunos plebi faceret;* legge fatta di nuovo valere dal Trebonio del 401 (2).

I nobili per impedire la rielezione di Tiberio Gracco, 133, affermarono essere illegale δὶς ἐφεξῆς τὸν αὐτὸν ἄρχειν (3); cioè, quel divieto che il *mos maiorum* e leggi positive imponevano ai consoli, doveva valere anche pei tribuni della plebe considerati magistrati (4). Che cosa opponevano i democratici? Una eco della lotta del 133 è trasportata da Livio III 64, 5 nel 449, quando nove tribuni avevano fatto la *conspiratio* per essere rieletti: *Qui* (il trib. della pl. Duilio) *cum ex veteribus tribunis negaret se ullius rationem habiturum, pugnarentque collegae ut liberas tribus in suffragium mitteret aut concederet sortem comitiorum collegis habituris e lege potius comitia quam ex voluntate patrum* etc. Si deve qui intendere che la legge o *mos maiorum* prescriveva di lasciar libere le tribù di votare senza limitazione nella scelta dei tribuni. Ciò corrisponde al fatto che non vi era una *professio nominis* degli aspiranti al tribunato (5). Il giorno delle elezioni veniva fissato probabilmente dal collegio dei tribuni, ma scartare gli indegni o i giuridicamente incapaci spettava al presidente dei comizi col non tener conto dei voti dati ad essi.

L'*iteratio* dunque fu applicata nei primi tempi pei tribuni della plebe senza alcun riguardo, ubbidendo soltanto a necessità politiche, senza che alcuna disposizione legislativa venisse a limitarla o a modificarla. Ma le liste tribunicie, per quanto ci è pervenuto, ci presentano l'*iteratio* in genere soltanto fino a tutto il IV sec.: l'ultimo caso di *continuatio* è quello degli autori delle leggi Licinie-Sestie, 377-367, l'ultimo caso di *iteratio*

---

(1) Liv. III 65, 4.

(2) Liv. V. 11, 2.

(3) App. *b. c.* I 14.

(4) Il dato di Cass. Dio. frg. 22, 2: κωλυθὲν τό τινα < δὶς τὴν ἀρχὴν λαμβάνειν è cronologicamente inesatto: l'autore fraintende e crede che il tribunato fosse stato sempre quello che fu dopo il IV sec.

(5) La *professio nominis* non era richiesta pei candidati ai comizi elettorali tributi, come ha fatto valere Willems *Le Sénat* II p. 89.

Digitized by Google

può essere quello del *M. Flavius* che sembra essere il medesimo tribuno del 328-7 e del 323-2 (1). Ciò si spiega col fatto che, essendosi raggiunta la parificazione dei diritti fra patrizi e plebei, alla quale il tribunato della plebe aveva tanto contribuito, esso pure divenne una magistratura dello Stato patrizio-plebeo e per circa due secoli fu elemento moderatore a servizio del senato contro la potenza dei magistrati supremi.

Quando venne il tempo delle nuove lotte politico-sociali, i tribuni di parte democratica credettero di riprendere gli antichi metodi e l'antica libertà; ma si trovarono di fronte non più i soli patrizi, ma in primo luogo la nobiltà plebea, la quale poteva pretendere anche per il tribunato quelle limitazioni che tradizione e leggi ormai avevano imposte alle altre magistrature. Se le nuove lotte esigevano che il tribunato si mettesse di nuovo fuori dello Stato e contro lo Stato, esso viceversa non poteva più uscirne. Quando nel 131 il tribuno Papirio Carbone presentò la legge *ut eundem tribunum plebis, quotiens vellet creare liceret* (2), il popolo non volle conferire al tribunato quel carattere tirannico, che aveva tolto alle altre magistrature. L'altra legge, che invece fu approvata, tendeva a conciliare l'antico modo di elezione con le esigenze nuove e parve un ripiego (3): fu applicata una sola volta da Gaio Gracco, fallì nel 110 (4), fu imposta ancora una volta dalla violenza di Saturnino, e poi più. La quistione rimase insoluta; i conservatori mantennero sempre il loro punto di vista e l'eco del loro giudizio si ritrova nelle descrizioni che l'annalistica del I sec. fa delle lotte del V e del IV (5).

---

(1) Liv. VIII 22, 4. 37, 8.

(2) Liv. *per.* 59.

(3) App. *b. c.* I 21: *Εἰ δήμαρχος ἐνδέοι ταῖς παραγγελίαις, τὸν δῆμον ἐκ πάντων ἐπιλέγεσθαι*; cioè, se fosse mancato qualche candidato, il popolo poteva eleggere al suo posto chiunque, anche uno dei tribuni che stava per uscire di carica. Ma la prova della mancanza del candidato spesso era che il popolo non lo avesse eletto: ogni candidato che non riceveva voti era un candidato mancato.

(4) Sall. *de Iug.* 37, 1.

(5) È tipico il caso che secondo Liv. III 30, 5, quando, nel 457, il numero dei tribuni fu portato a dieci, i *patres* dichiararono di non volere rielezioni.

Digitized by Google

Abbiamo limitato la nostra indagine alla magistratura dei tribuni della plebe, perchè ce ne ha dato motivo lo stato delle fonti. Che l'autore dei *libri magistratuum* avesse esteso l'opera sua sincronistica a tutte le magistrature, non si sa nè forse è più possibile sapere; ma certo l'aver disposto e riunito in ordine cronologico almeno quelle che avevano poteri legislativi era come aver dato assetto a tutta la materia più viva della storia della Repubblica. Ma tale opera forse ebbe interesse soltanto per gli eruditi ed esaurì la sua azione nel lavoro cronologico e storico che si andò compiendo durante il secolo successivo. Si deve quindi ascrivere a fortuna, se dei *libri magistratuum* sia potuto venire sino a noi il ricordo non solo, ma ci sia dato di poter risuscitare gli echi rimasti negli scrittori e dar vita ad un fantasma, se non perfetto, non privo almeno dei suoi tratti essenziali.

Digitized by Google

ARCIERO BERNINI

RICERCHE
SU DI UNA EVENTUALE AZIONE MECCANICA
PRODOTTA DAI RAGGI X

§ 1.

Già da parecchio tempo ed a più riprese io ho avuto la occassione di istituire delle esperienze, allo scopo di vedere se fosse possibile constatare sui corpi colpiti dai raggi X un effetto meccanico, così come ad es. in accordo colle vedute di Maxwell e di Bartoli è stato possibile mettere in evidenza sui corpi colpiti dalla luce.

Per quanto mi consta, fino ad oggi nessuno ha mai riferito su ricerche di questo genere. Secondo il Dorn (*) ricerche a questo scopo sarebbero state intraprese da J. J. Thomson e Rutheford, ma senza alcun risultato; cosicchè per questo essi non avrebbero nemmeno dato notizie sulla disposizione sperimentale usata.

Dopo parecchi tentativi inutili, io ebbi finalmente la possibilità di mettermi in condizioni da avere dei risultati, che ritenni decisamente positivi per la constatazione del fenomeno meccanico. Di essi però non credetti dare subito notizia per diverse ragioni, e fra l'altro perchè, col procedere al confronto della entità del fenomeno mutando alcune condizioni, come ad es. l'angolo di incidenza dei raggi, la natura e lo spessore del corpo colpito, la intensità della eccitazione della ampolla etc., l'effetto meccanico, pur nella sua esiguità, mi presentava delle

(*) E. Dorn; Ann. d. Physik, 1897, 63, pag. 160.

Digitized by Google

varianti con andamento per me imprevisto, che in quel primo tempo credetti attribuire a cause di errore e particolarmente ad incostanza dell'irraggiamento da parte della ampolla.

Fu per mettermi al riparo da questo eventuale inconveniente, che escogitai quella modificazione al metodo della camera di ionizzazione, di cui ho descritto i vantaggi in una recente nota (*). Ma, pur avendo con questo mezzo potuto provvedere alla costanza dell'irraggiamento, alcune delle varianti al fenomeno mostrarono ancora andamenti, la cui interpretazione richiederebbe forse una più completa conoscenza delle leggi che regolano i fenomeni secondari, che intervengono alla superficie dei corpi colpiti dai raggi X, come la emissione di elettroni, la produzione di raggi X secondari, etc.

Ora, dato che le esperienze al riguardo, oltre che essere molto laboriose, esigono condizioni speciali d'ambiente e mezzi, che non ho potuto nè posso avere sempre a mia disposizione, ritengo opportuno di non attardarmi più oltre per dare notizia almeno di quanto a mio parere può bastare per l'accertamento del fenomeno meccanico, e per darne una idea dell'ordine di grandezza con determinate condizioni, prescindendo, e intenzionalmente, da ogni considerazione interpretativa.

E così intanto, mentre io ne prendo, come si suol dire, data, si renderà anche più probabile che altri, in possesso di mezzi adeguati, abbia a volgere la attenzione e la propria operosità allo studio del fenomeno, per il quale l'interesse non dovrebbe mancare.

Per rimanere entro tale limitazione, io darò qui indicazione dettagliata solamente sopra due delle disposizioni che ho adoperato, per quanto con una di queste, la prima che descriverò, non abbia avuto modo di fare alcuna misura dell'effetto meccanico, ma soltanto di persuadermi della sua esistenza: e riguardo alla seconda disposizione, le condizioni di esperienza a cui mi riferirò siano di quelle, per cui l'effetto meccanico non è apparso il più vistoso.

§ 2. — Disposizioni sperimentali.

a) La ampolla A (fig. 1), dove si generano i raggi, ha una congiunzione a smeriglio col recipiente R, in cui una bilancella con specchietto è sospesa ad un filo di quarzo da me

(*) A. Bernini, N. Cimento, Sett. 1925.

Digitized by Google

costruito, lungo circa 10 cm., e reso conduttore con anidride fosforica aderente. La bilancella (il cui dettaglio non è visibile nella figura), coll'asticciuola di alluminio ha fissate alle estre-

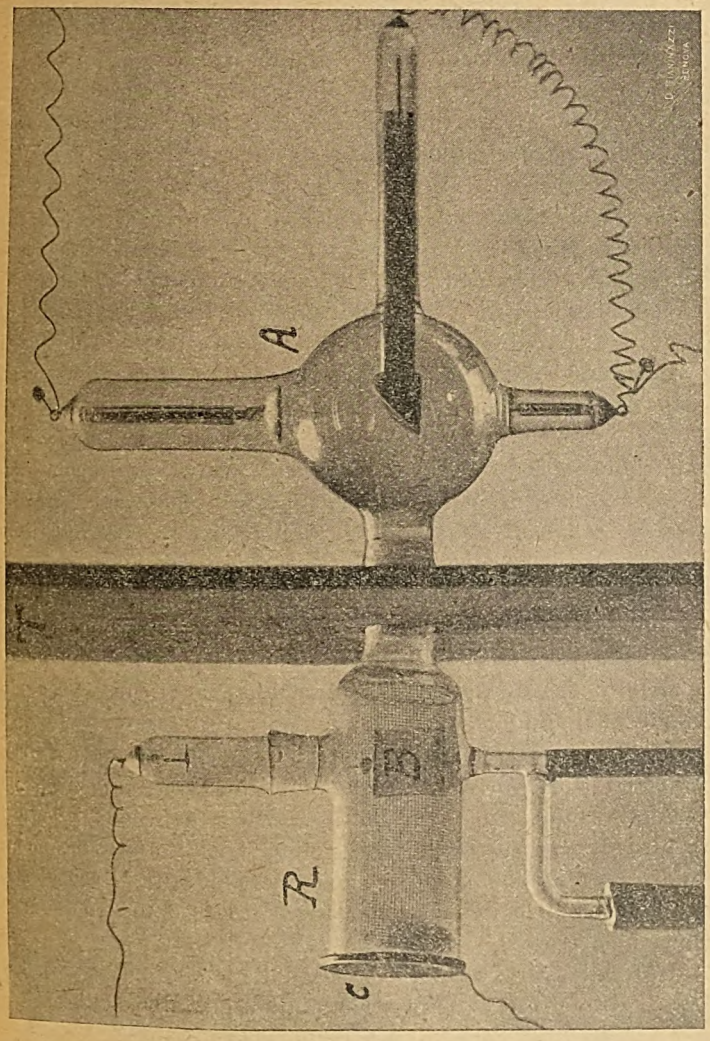


Fig. 2.

mità due lastrine di piombo, l'una rettangolare di 6 cm.^{2} e con spessore di 4 centesimi di mm., disposta verticalmente, sulla quale incidono pressochè normalmente i raggi: l'altra

Digitized by Google

orizzontale, equilibrante la prima e portante ribattuta una piccola appendice di ferro, sulla quale, agendo dall'esterno con una calamita, si facilita all'inizio la messa in riposo della bilancella, o meglio si può ridurre l'ampiezza della sua oscillazione, così da ritenerla praticamente ferma.

La bilancella è poi racchiusa da una scatola cilindrica di carta sottilissima B con altezza e diametro di 5 cm. avente le basi bucherellate, e l'asse in coincidenza con filo di sospensione, con che è reso trascurabile l'effetto radiometrico, come con esperienze preliminari ho verificato.

A proteggere poi la bilancella dalle azioni conseguenti ai fenomeni dell'irraggiamento secondario producentisi in A, in corrispondenza del giunto a smeriglio, che nella figura resta coperto dal tramezzo di ferro T, sono collocate internamente due lamine semicircolari, l'una di oro battuto estremamente sottile, l'altra di rame piuttosto grossa, rette da due anelli di diametro corrispondente al tubo e distanti fra loro circa 5 cm. Esse chiudono tutta la luce del giunto, ma, data la loro distanza in senso orizzontale, non ostacolano menomamente la rarefazione in A prodotta dalle pompe agenti direttamente su R; e risultano così orientate, che la parte dei raggi attraversante la lamina di alluminio va ad investire la metà dell'involucro B in corrispondenza della lastrina verticale.

Questa specie di schermo costituito dalle due lamine forma poi, colla reticella metallica rivestente la parete interna di R e con la lastrina di chiusura c, anch'essa di All., un unico conduttore, che durante l'irraggiamento viene messo al suolo insieme alla bilancella.

Fra R e la pompa Gaede sono inserite una camera di circa 1/2 m.^{3} ed una appendice contenente polvere di carbone di cocco. Il vuoto veniva prodotto previa riempimento ripetuto con idrogeno secco, i fenomeni radiometrici con H sono meno grandi, ed era poi spinto e mantenuto durante l'esperienza oltre al centesimo di mm., che era il limite massimo segnato dal vacuometro.

Una tale rarefazione, a causa della emissione gassosa da parte degli elettrodi e dell'anticatodo riscaldantisi colla eccitazione, esigeva un tempo di preparazione lunghissimo: e per essere certi di mantenerla durante la esperienza si ricorreva alla immersione della appendice contenente carbone nell'aria liquida.

b) Assai più spicciativa era la preparazione per le esperienze colla seconda disposizione, che potei utilizzare quando

Digitized by Google

ebbi a disposizione un fascio di raggi molto intenso. La bilancia (fig. 2) è racchiusa in un recipiente di vetro, a forma di croce, indipendente dalla ampolla, con appendici cilindriche S, S' congiunte a smeriglio alle estremità del tratto orizzontale. Queste appendici del diametro di 5 cm. hanno le basi circolari chiuse da lastrine sottili di All. fungenti da finestre per i raggi X, in corrispondenza delle quali vengono a tro-

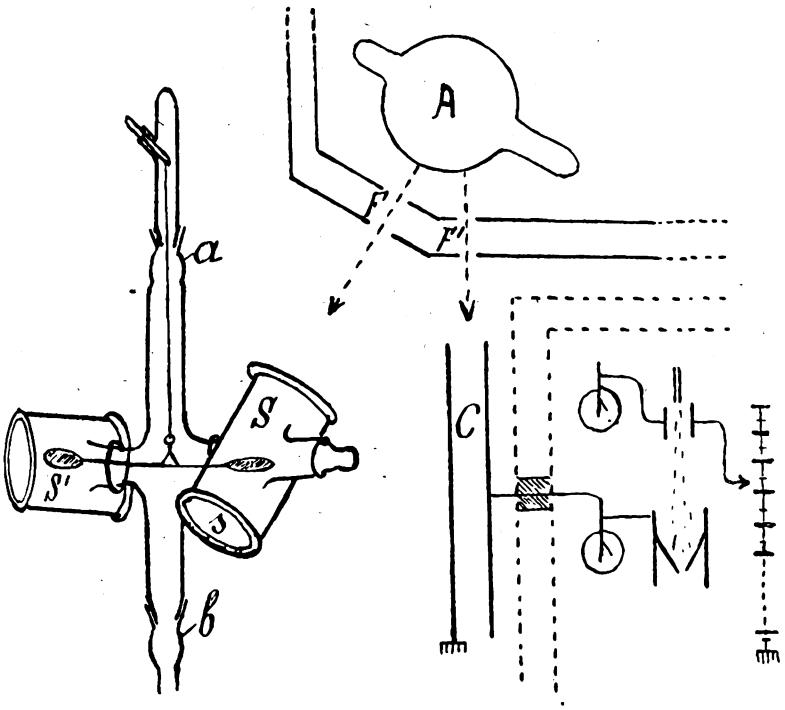


Fig. 2.

varsi le lastrine circolari congiunte coi loro centri alle estremità dell'asta della bilancella. Questa è costituita da un filo di All. lungo 8 cm. ed è sospesa per il suo mezzo con un filo di quarzo da me costruito lungo 21 cm.

Per mezzo delle giunture a smeriglio i due cilindri possono venire comunque inclinati: d'altra parte le lastrine hanno la loro congiunzione coll'asta della bilancia fatta in modo, da

Digitized by Google

consentire la rotazione attorno ai due diametri verticale ed orizzontale. È dunque reso possibile agire su di esse col fascio di raggi con qualunque incidenza, qualunque sia la loro disposizione rispetto all'asta della bilancia.

Aderente alla finestra *s* opposta a quella di ingresso del fascio è attaccato un dischetto di carta ricoperto di platino cianuro di bario, sul quale durante l'irraggiamento si vede proiettata l'ombra della lastrina investita dai raggi.

Un leggerissimo cavaliere di ferro serve per agire sulla bilancia dall'esterno mediante un magnete.

Il vuoto veniva prodotto, previa riempimento ripetuto con idrogeno secco, mediante una Gaede, e spinto oltre al centesimo di mm.

La ampolla A a grande intensità con anticatodo di tungsteno ed il rocchetto eccitatore sono racchiusi in una grande cassa rivestita dentro e fuori con lamiera di ferro (*). Dal foro F esce il fascio proveniente dal centro della ampolla, che va a cadere sulla lastrina, mentre dal foro F' esce il fascio che giunge alla camera di ionizzazione C, installata ed usata secondo le norme già esposte nella mia precedente comunicazione, allo scopo di giudicare della costanza dell'irraggiamento dell'ampolla.

§ 3. — Le esperienze.

Nonostante le bilancelle di torsione qui utilizzate avessero, come vedremo, grande sensibilità, tuttavia l'effetto meccanico non mi riusciva bene apprezzabile, per le condizioni di esperienza a cui mi riferisco, allorquando l'irraggiamento sopra una delle lastrine si faceva in modo continuato: e nè per l'una nè per l'altra bilancella mi era possibile osservare una sensibile variazione del periodo fra la oscillazione libera e la forzata.

Per l'accertamento del fenomeno colla prima disposizione e per la misura colla seconda, mi fu, più che opportuno, necessario ricorrere al sistema di agire con impulsi successivi della durata di mezzo periodo ed in accordo col movimento della bilancella.

(*) Questi materiali ebbi in gentile prestito dal Prof. V. Maragliano dell'Università di Genova.

Digitized by Google

a) *Esperienze colla prima disposizione.* Calcolato il momento di inerzia del sistema oscillante $M = 8{,}12$ gr. cm.^{2}, e misurato il periodo di oscillazione $T = 228$ secondi, il coefficiente di torsione unitario risultò uguale a $6{,}16 \cdot 10^{-3}$ ergon. Il che, per essere la scala a due metri dallo specchio, corrisponde a $(16 \cdot 10^{-3}) : (4 \cdot 10^{-3}) = 1{,}54 \cdot 10^{-6}$ ergon per lo spostamento di un millimetro della scala. Potendosi considerare il braccio di 2 cm., la forza corrispondente è $7{,}7 \cdot 10^{-7}$ dine. Essendo queste le caratteristiche della bilancella, agendo sul primario del rocchetto eccitatore dell'ampolla con corrente di c. a. di 10 Ampere e 120 Volta, che era la massima tollerata dal rocchetto, e per durate corrispondenti al mezzo periodo, si notò dopo un certo numero di impulsi una ampiezza di oscillazione bene apprezzabile. In tre diverse esperienze, compiute in tre giorni successivi, si raggiunsero rispettivamente con 50 impulsi le ampiezze di oscillazione di 64, 86 ed 78 mm. della scala.

Avendo dovuto interrompere d'improvviso ogni lavoro per l'inizio della guerra, non ebbi modo di determinare gli altri dati sperimentali, che mi sarebbero stati necessari per dedurre il valore dell'azione meccanica sollecitante. Nè ciò potei fare in seguito, per la rottura del recipiente e del filo di sospensione. Cosicchè i tre valori delle ampiezze conseguite, che, per quanto diversi, non vanno, dato il genere di esperienze, ritenuti molto sconcordanti, altro non mi servirono che a lasciarmi persuaso di avere constatato il fenomeno, che appunto cercavo di mettere in evidenza.

b) *Esperienze colla seconda disposizione.* Più convincenti, specie per alcune condizioni particolari, riuscirono i risultati delle esperienze eseguite di recente colla seconda disposizione. Ma il risultato, del quale intendo dare conto in questa nota, non è molto più vistoso, ed è stato conseguito con le condizioni seguenti:

La lastrina, sulla quale si fanno cadere i raggi, è di stagno, a forma circolare, con area di cm.^{2} 3,14 e spessore di 2 centesimi di mm. Essa è disposta orizzontalmente, ed il fascio di raggi incidente, normale all'asta della bilancella, ha inclinazione di 45 gradi. Quest'ultima condizione è sostanzialmente la medesima realizzata da Poynting, per la constatazione di quella che egli chiama la componente tangenziale della pres-

Digitized by Google

sione della luce. Non è improbabile nel mio caso che con questa disposizione fosse reso trascurabile, oltre che l'effetto radiometrico, anche ogni altro eventuale effetto meccanico conseguente all'irraggiamento secondario da parte della lastrina colpita.

Essendo il periodo di oscillazione di 304 secondi, ed il momento di inerzia, calcolato coll'aggiunta di una massa nota, uguale a 1,91 gr. cm.^{2}, il coefficiente di torsione risulta di $8{,}1 \cdot 10^{-4}$ ergon. Tenendo conto che la scala è a 2 m. dallo specchio e che il braccio della bilancia è di 4 cm., la forza da applicare alla lastrina per avere la deviazione permanente di una divisione della scala è di

$$\frac{8{,}1 \cdot 10^{-4}}{(4 \cdot 10^{-3})\,(4)} = 5 \cdot 10^{-8} \text{ dine.}$$

La intensità del secondario, che aveva in serie la ampolla con valvola raddrizzatrice, era mantenuta a circa 25 Milliamperes, e la tensione fra gli elettrodi, dedotta dalla distanza esplosiva di due sfere di 12 cm. di diametro con inserzione di una grande resistenza di carborundum, risultava di circa 150 Kilovolta.

Ciò esigeva, nel primario del rocchetto con interruttore elettrolitico, una corrente di circa 40 Amperes. Per la costanza dell'irraggiamento, che veniva giudicata dalla costanza del potenziale dell'elettrometro congiunto alla camera di ionizzazione, bastava portare delle opportune graduali variazioni nella intensità del primario. Nelle mie esperienze questa variò dai 37 ai 43 Amperes.

Gli impulsi della durata di mezzo periodo venivano provocati con intercettazione del fascio, od anche colla interruzione della corrente del primario: poichè erano prese tutte le precauzioni per impedire che le perturbazioni conseguenti alla chiusura ed apertura del circuito avessero ad influire sul moto della bilancia.

La distanza fra la parete di emissione dell'ampolla e la finestra di ingresso dei raggi è di 40 cm. Il doppio foro di limitazione del fascio ha esattamente le dimensioni della fine-

Digitized by Google

stra di ingresso dei raggi: cosicchè il fascio investe sempre tutta la lastrina. Le due finestre, quella di ingresso e quella di uscita, formano un unico conduttore colla reticella metallica, che tappezza l'interno del cilindro S' di vetro, e sono messe al suolo durante l'irraggiamento, insieme alla bilancella.

Allo scopo di ricavare, col metodo analitico, che indicherò più oltre, la misura dell'effetto meccanico, gli impulsi venivano continuati fino al conseguimento della ampiezza massima.

Colle condizioni suesposte sono state eseguite tre esperienze in giorni differenti. I valori corrispondenti sono rispettivamente di 72, 78 e 62 divisioni della scala, e, tenuto conto del genere di misure, essi devono esser considerati abbastanza concordanti.

Subito dopo ciascuna esperienza veniva poi determinato il decremento logaritmico delle oscillazioni in base alla relazione

$$\lambda = \frac{1}{N-1} \log_n \frac{a'}{a_N},$$

in cui le a indicano le ampiezze delle oscillazioni decrescenti. I valori risultarono rispettivamente 0,0184, 0,0169 e 0,0179. Sarà dunque lecito nel calcolo introdurre, come valori dell'ampiezza massima e del decremento logaritmico, le medie dei valori riportati e cioè:

$$a = 70 \text{ mm.}, \qquad \lambda = 0{,}0178.$$

Col valore poi di λ, e mediante la nota relazione $K = 2\,b\,M$, dove $b = \frac{\lambda}{T}$, si ha il coefficiente di smorzamento

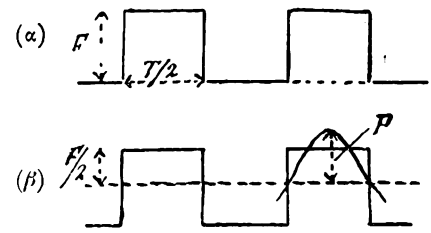
$$K = 2{,}22 \cdot 10^{-4}.$$

§ 4. — Calcolo dell'azione sollecitante.

L'azione sulla lastrina colpita è rappresentabile colla linea della Figura (α).

Digitized by Google

Essa equivale evidentemente alla somma di un'azione F/2 continua e di un'azione $\pm$ F/2 alternata Fig. (β) sovrapposte.



Il sistema deve quindi oscillare con oscillazione sforzata intorno alla posizione di equilibrio corrispondente alla sola F/2 continua: ma la corrispondente deviazione è inapprezzabile. Basterà quindi tenere conto della oscillazione forzata dovuta alla $\pm$ F/2.

Ad essa è certo lecito sostituire una equivalente azione sinusoidale di ugual valore medio, tale cioè che sia (Fig. β)

$$F/2 \,.\, T/2 = P \operatorname{sen} \frac{2\pi t}{T}\, dt = P \,.\, \frac{2}{\pi} \,.\, \frac{T}{2},$$

sicchè l'ampiezza P della sinusoide espressa in funzione della F sarà:

$$P = \frac{\pi F}{4}. \qquad (1)$$

Il problema viene quindi ridotto alla determinazione della azione forzata del sistema sotto l'azione di una forza sinusoidale periodica di periodo identico a quello proprio del sistema.

L'equazione da integrare è quindi, sostituendo il seno al coseno, con che non si altera il risultato finale:

$$M \frac{d^2\varphi}{dt^2} + K \frac{d\varphi}{dt} + C\varphi = P \cos \frac{2\pi t}{T} = P e^{\frac{i\,2\pi t}{T}}. \qquad (2)$$

Ora un integrale particolare dell'equazione quando il primo membro è uguale a zero è, come è noto:

$$\varphi = B e^{\frac{i\,2\pi t}{T}}. \qquad (3)$$

Digitized by Google

Dunque la (3) diventa

$$M\,B\,\frac{i\,2\,4\,\pi}{T^2}\,.\,e^{\frac{i\,2\,\pi\,t}{T}} + K\,B\,\frac{i\,2\,\pi}{T}\,e^{\frac{i\,2\,\pi\,t}{T}} +$$

$$+ C\,B\,e^{\frac{i\,2\,\pi\,t}{T}} = P\,e^{\frac{i\,2\,\pi\,t}{T}};$$

e tenendo conto che $i^2 = -1$,

$$-M\,B\left(\frac{2\,\pi}{T}\right)^2 + K\,B\left(\frac{2\,\pi}{T}\right)i + C\,B = P =$$

$$= B\left[-M\left(\frac{2\,\pi}{T}\right)^2 + K\left(\frac{2\,\pi}{T}\right)i + C\right];$$

da cui:

$$B = \frac{P/M}{\frac{C}{M} - \left(\frac{2\,\pi}{T}\right)^2 + \frac{K}{M}\left(\frac{2\,\pi}{T}\right)i}\,. \qquad (4)$$

Va ora osservato che, dalla formula che da il periodo della oscillazione libera non smorzata in funzione del momento di inerzia e del coefficienie di torsione unitario C, e cioè dalla

$$T_0 = 2\,\pi\,\sqrt{\frac{M}{C}},$$

si ha che:

$$\sqrt{\frac{C}{M}} = \frac{2\,\pi}{T_0} = \text{frequenza.}$$

Poniamo per brevità:

$$\frac{2\,\pi}{T_0} = V_0 \qquad \text{e} \qquad \frac{2\,\pi}{T} = V,$$

la (4) diventa

$$B = \frac{P/M}{V_0^2 - V^2 + \frac{K\,V}{M}\,i}\,. \qquad (5)$$

Poniamo ancora, per semplificare:

$$V_0^2 - V^2 = \varrho\,\cos\psi \qquad \text{e} \qquad \frac{K\,V}{M} = \varrho\,\text{sen}\,\psi\,, \qquad (X)$$

Digitized by Google

il che equivale a determinare una costante ϱ ed un angolo ψ, tali che sia:

$$tg\,\psi = \frac{K\,V/M}{V_0^2 - V^2} \qquad e \qquad \varrho = + \sqrt{(V_0^2 - V^2)^2 + \frac{K^2 V^2}{M^2}}\,.$$

Allora la (5) si trasforma nella:

$$B = \frac{P/M}{\varrho \cos \psi + i\,\varrho \operatorname{sen} \psi}\,;$$

che, per essere

$$\cos \psi + i \operatorname{sen} \psi = e^{i\psi}\,,$$

si può scrivere nella forma:

$$B = \frac{P}{M\,\varrho}\, e^{-i\psi}. \tag{6}$$

Si ha dunque la soluzione particolare:

$$q = \frac{P}{M\,\varrho}\, e^{i(V t - \psi)} = \frac{P}{M\,\varrho} \cos (V t - \psi);$$

e ricordando le posizioni (X):

$$q = \frac{P \cos (V t - \psi)}{M \sqrt{(V_0^2 - V^2)^2 + \dfrac{K^2 V^2}{M^2}}}\,. \tag{7}$$

Per formare ora l'integrale generale, basterà sommare all'integrale particolare della equazione (7) l'integrale generale dell'oscillazione libera smorzata, che, come è noto, è dato dalla espressione:

$$e^{-\frac{K}{2M} t} (C \cos V_1 t + D \operatorname{sen} V_1 t)\,,$$

dove V_1 indica la corrispondente frequenza.

Avremo quindi:

$$q = \frac{P \cos (V t - \psi)}{M\,\varrho} + (C \cos V_1 t + D \operatorname{sen} V_1 t)\, e^{-\frac{K}{2M} t} \tag{8}$$

Digitized by Google

Vediamo ora di soddisfare le condizioni ai limiti, determinando opportunamente le costanti disponibili. Per $t = 0$ deve essere:

$$\varphi = 0 \qquad \text{e} \qquad \frac{d\varphi}{dt} = 0;$$

quindi:

$$0 = C + \frac{P \cos \psi}{M \varrho}; \qquad 0 = -\frac{K}{2M} C + V_1 D + \frac{P V}{M \varrho} \operatorname{sen} \psi$$

e di conseguenza:

$$C = -\frac{P \cos \psi}{M \varrho}, \qquad D = \frac{P}{M V_1 \varrho}\left(-\frac{K}{2M} \cos \psi - \operatorname{sen} \psi\right).$$

L'integrale generale diviene dunque:

$$\varphi = \frac{F}{M \varrho}\left[\cos (V t - \psi) + e^{-\frac{K}{2M} t}\left(-\cos V_1 t \cos \psi - \right.\right.$$

$$\left.\left. - \frac{V}{V_1} \operatorname{sen} V_1 t \operatorname{sen} \psi - \frac{K}{2 M V_1} \operatorname{sen} V_1 t \cos \psi\right)\right]. \qquad (9)$$

Ma le nostre condizioni di esperienza sopra indicate ci consentono delle semplificazioni. Abbiamo detto come non fosse bene apprezzabile la differenza fra il periodo della oscillazione libera smorzata V_1 ed il periodo della oscillazione sforzata V.

Ora per $V - V_1 \cong 0$ è anche $\frac{V}{V_1} \cong 1$, e $\psi = -\frac{\pi}{2}$.

D'altra parte, per essere K nel nostro caso assai piccolo (0,000222), il prodotto $K \cos \psi$ può essere considerato come un infinitesimo di secondo ordine, epperciò trascurabile. La (9) quindi potrà scriversi:

$$\varphi = \frac{P}{M \varrho}\left\{\cos (V t - \psi) \cdot e^{-\frac{K}{2M} t} \cos (V t - \psi)\right\}. \qquad (10)$$

Per un tempo t sufficientemente lungo il 2° termine del secondo membro, e cioè la parte relativa all'effetto iniziale, tende a sparire, e noi nell'agire per impulsi fino al conseguimento della ampiezza massima possiamo ritenere di avere raggiunto

Digitized by Google

questo limite. Per ciò, indicando con α la ampiezza massima in radianti, e ricordando che è $P = \frac{\pi F}{4}$, sarà:

$$\alpha = \frac{\pi F}{4 K V},$$

da cui:

$$F = \frac{4 \alpha K V}{\pi}.$$

Sostituendo nel 2° membro alle lettere i valori ricavati dall'esperienza, abbiamo:

$$F = \frac{4 \cdot 0{,}0175 \cdot 0{,}000222 \cdot 0{,}0273}{\pi} = 13.10^{-8} \text{ dine.}$$

***

Ho detto già dal principio, che non intendevo in questa nota entrare in merito alle interpretazioni, che potrebbero sembrare lecite per il fenomeno meccanico osservato, basandoci specialmente sulle vedute dominanti circa la natura dei raggi X. Utili considerazioni al riguardo credo possano farsi solo quando si abbiano i dati per stabilire un confronto fra l'effetto osservato e la energia assorbita dal corpo investito.

Le molteplici e ben note cause di errore, che intervengono più o meno in tutti i metodi finora escogitati per la misura assoluta della energia dei raggi X, lasciano intravedere già a priori le grandi difficoltà che presenta un tale confronto. Tentativi da me tuttavia fatti al riguardo spero potranno essere oggetto di ulteriori comunicazioni.

Digitized by Google

MARIO BETTI E G. B. BONINO

SOPRA UN NUOVO METODO DI RAPPRESENTAZIONE DELLA COMPOSIZIONE DELLE ACQUE MINERALI

I. — *Preliminari e prime applicazioni alle acque cloruro sodiche di* Riolo di Romagna.

Il problema di rappresentare lo stato di un'acqua minerale ha occupato molti Autori si può dire dai primi passi della chimica ad oggi.

Non è nostro scopo di fare la storia di tali ricerche, storia che nei punti più salienti è stata riassunta recentemente dal prof. Porlezza (1).

Rileviamo soltanto come ad ogni nuovo progresso della chimica generale e della chimica fisica si può dire corrisponda un nuovo perfezionamento nel modo di rappresentare i dati analitici di un' acqua minerale.

Così, solo per fermarci a tempi recenti a noi, appena sorse la teoria degli jòni e della dissociazione elettrolitica e una serie di ricercatori tentarono sullla base di quella teoria di rappresentare i risultati analitici di un' acqua minerale. Ricordiamo così il metodo che dai lavori di Hintz, Grünut e di Roloff (2) si andò perfezionando specialmente per opera del prof. Nasini e della sua scuola.

Tale metodo che anche in precedenti analisi abbiamo adottato, è strettamente legato alla concezione Arrhenius-Ostwaldiana delle soluzioni di elettroliti. Secondo tale concezione se

(1) Annuali di Chimica Applicata 1924.
(2) V. esauriente bibligrafia nel lavoro citato di Porlezza.

Digitized by Google

i sali in una soluzione sono in soluzione in parte allo stato di jone ed in parte allo stato di molecole indissociate è ovvio che lo stato di un'acqua minerale sarà conosciuto allorchè conosceremo appunto la parte dissociata ed indissociata degli elettroliti che l'analisi chimica ci ha permesso di riscontrare e di dosare.

Lo svolgimento di questo metodo porta all'applicazione di criteri talvolta empirici, talvolta di fondamento scientifico non sempre però perfettamente giustificato dal punto di vista teorico, ma permette la previsione di un'importante proprietà delle acque suscettibile di misura sperimentale quale la conducibilità elettrica.

Effettivamente non ostante i rilievi sopraccennati il metodo in questione ha il merito di essere il primo tentativo di una rappresentazione chimico-fisica dello stato di un'acqua minerale.

Fondato, come abbiamo detto, sulla base della teoria classica della parziale dissociazione degli elettroliti il metodo, successivamente perfezionato ed elaborato sopratutto dal prof. Nasini e dalla sua scuola aveva raggiunto quel massimo grado di perfezione di cui era suscettibile e tale da fare ritenere che il problema della rappresentazione dello stato di un'acqua minerale fosse per così dire definitivamente risolto. Ma le nuove vedute sullo stato degli elettroliti in soluzione che son venute a modificare il concetto fondamentale al quale il metodo era ispirato e che si sono ulteriormente affermate in seguito ai lavori teorici di Debye e di Huckel [1] ed a quelli sperimentali di Harned [2] e della sua scuola ci hanno indotti a ricercare quale risultato si poteva giungere sopra questa nuova base e da questo nuovo punto di vista per una rappresentazione della composizione e dello stato di un'acqua minerale.

Consideriamo dunque un'acqua minerale come una soluzione « reale » e per conseguenza non potremo in generale applicare ad un'acqua minerale quel complesso di leggi limiti che valgono solo per le soluzioni ideali ovverossia infinitamente diluite.

---

(1) V. Phys. Zeits. 26, 93 (1925).
(2) V. Phys. Zeits. 27, 411 (1926).

Digitized by Google

Quindi per qualsiasi variazione chimico-fisica virtuale e reversibile l'equilibrio sarà definito dalla condizione.

$$\log K = \nu_0 \log \gamma_0 f_0 + \nu_1 \log \gamma_1 f_1 + \nu_2 \log f_2 f_2 \ldots\ldots$$

Dove K è la costante di equilibrio dipendente dalle variabili fisiche e non delle concentrazioni; γ_0, γ_1, γ_2.... sono le concentrazioni molecolari del solvente (acqua) e delle diverse sostanze disciolte; f_0, f_1 etc. sono i relativi coefficienti di attività; ν_0, ν_1 etc. sono numeri proporzionali al numero delle singole molecole che prendono contemporaneamente parte alle trasformazioni virtuali per le quali log K invoca l' equilibrio.

In conseguenza di ciò per esempio tutti i fenomeni osmotici (punto di congelamento, pressione osmotica etc.), elettrochimici, chimico fisici in genere, i fenomeni di membrana (effetto Donnan) etc. ai quali l' acqua minerale può dar luogo sono definiti dalla relazione d' equilibrio sopra esposta. Se noi potremo conoscere i parametri che in essa figurano conosceremo lo stato chimico-fisico della nostra acqua minerale, stato dal quale dipendono pure le manifestazioni biologiche e fisiologiche dell' acqua. Se giungeremo dunque a conoscere gli elementi che possono permettere di scrivere in generale log K noi risolveremo il problema della rappresentazione dello stato e della composizione dell' acqua stessa. Per poter giungere a ciò ci occorrono tre serie di elementi : i numeri ν_i che vengono dati dalla conoscenza delle trasformazioni per le quali si scrive la condizione di equilibrio, le concentrazioni γ_i che vengono date dall' analisi chimica dell' acqua minerale, i coefficienti di attività f_i sui quali appunto occorre che ci intratteniamo.

Concluderemo che la rappresentazione sufficiente è più approssimata dai risultati di un' acqua minerale si effettuerà scrivendo sia le concentrazioni, sia i coefficienti di attività delle sostanze costituenti la soluzione (acqua solvente compresa).

Se in qualche caso vi potesse essere dubbio sul valore da dare alle concentrazioni di un componente sarà sufficiente scrivere l'attività: ciò accade per gli joni *idrogeno* se vogliamo ammettere per esempio la parziale dissociazione degli acidi deboli. Difficilmente potremo in tal caso conoscere la concentrazione degli joni idrogeno mentre i metodi colorimetrici ed elettrometrici ce ne possono indicare l'atttività.

Circa il modo di rappresentare le concentrazioni, agli effetti della condizione termodinamica d' equilibrio, occorrerebbe scri-

Digitized by Google

vere le concentrazioni molecolari:

$$\gamma_i = \frac{n_i}{\sum_1^s n_j}$$

(n_j numeri delle particelle dei componenti la soluzione, solvente compreso). Però tale rappresentazione può portare qualche difficoltà nella lettura dell'analisi dato l'uso della pratica di rappresentare in grammi per litro. Crediamo quindi opportuno rappresentare i risultati di una analisi di acqua minerale colle concentrazioni in grammi per litro non trascurando però anche di scrivere le concentrazioni in mol litro (c_i) dalle quali, colla conoscenza della densità dell'acqua si può risalire alle concentrazioni molecolari γ_i mediante la relazione:

$$\gamma_i = M_o \frac{c_i}{1000} \cdot \frac{1}{\varrho - \sum_1^s (M_i - M_o) \frac{c_i}{1000}}$$

L'indice o) si riferisce al solvente, ϱ è la densità dell'acqua minerale. Nello scrivere già le concentrazioni abbiamo bisogno di fare delle ipotesi sullo stato delle sostanze disciolte nell'acqua minerale. Per i non elettroliti il dubbio può esistere sullo stato di polimerizzazione che però si può dire senza importanza trattandosi di acque minerali.

Per gli elettroliti viceversa occorre basarsi su un'ipotesi dello stato dell'elettrolita. Dopo i lavori di Debye e Hückel etc. sopra citati ci crediamo pienamente autorizzati ad accettare per gli elettroliti forti disciolti in un'acqua minerale la ipotesi della completa dissociazione. Rappresenteremo dunque le « concentrazioni degli joni » disciolti.

Per gli elettroliti deboli può esistere ancora dubbio dato che se pur ancor oggi è da accettare l'ipotesi della dissociazione parziale per questi, esistono delle ragioni atte ad estendere anche ad essi l'ipotesi della dissociazione totale. Per ciò che concerne le acque minerali tale rilievo va sopratutto fatto per ciò che riguarda i bicarbonati e i solfidrati disciolti. In queste prime ricerche svolte su acque per le quali il contenuto in bicarbonati e solfidrati era poco importante di fronte agli altri mineralizzanti abbiamo rappresentato i bicarbonati come elettroliti forti dissociati completamente in un jone monocar-

Digitized by Google

bonico o monosolfidrico, ed in un catione alcalino o alcalino-terroso. Mostreremo prossimamente come abbiamo dovuto modificare tale modo di procedere nel caso di acque nelle quali il contenuto in bicarbonati assume un'importanza notevole.

Supposte joni le sostanze disciolte nell'acqua minerale, rappresentate le concentrazioni molecolari come « concentrazioni joniche », passiamo alla terza serie dei valori da rappresentare. Dovremo considerare per questi e i coefficienti di attività degli joni presenti nell'acqua e il coefficiente d'attività dell'acqua solvente. Per risalire dalle concentrazioni analitiche ai coefficienti di attività impieghiamo il metodo di calcolo elaborato da Debye e Hückel. Prima però di passare a descrivere tale applicazione del calcolo di Debye vogliamo fare a maggior chiarimento del nostro metodo di espressione un rilievo che ci sembra necessario. Si potrebbe infatti obbiettare che la differenza fra il metodo fino ad oggi adottato e quello che ora noi proponiamo sia di natura più che altro formale bastando dare ai gradi di dissociazione del detto metodo il nome di « coefficienti di attività » per avere anche sotto questo punto di vista la rappresentazione cercata. Questa obbiezione può facilmente presentarsi per es. a chi avesse seguito i calcoli coi quali Gosh nel 1921 cercava di stabilire il valore della conducibilità elettrica in funzione delle concentrazioni sulla base dell'ipotesi della completa dissociazione. Però è ben noto che il calcolo di Gosh è fondato su una errata applicazione del principio di ripartizione delle coordinate di energia nè d'altra parte considera correttamente i fattori che determinano l'abbassamento della conducibilità di un elettrolita in funzione delle concentrazioni. Sarebbe utile a tale scopo leggere la critica che del calcolo di Gosh fanno Debye e Huckel nei loro lavori.

I gradi di dissociazione calcolati col metodo sopraricordato si debbono interpretare come dei coefficienti di conducibilità e non come dei coefficienti di attività. È utile a tale proposito ricordare come Debye in un suo lavoro sul calcolo delle conducibilità degli elettroliti (1) rilevi appunto la differenza del significato fisico delle due quantità su riferite e metta ben in evidenza che non sono la stessa cosa poichè nella definizione

(1) Phys. Zeits. (1923).

Digitized by Google

del coefficiente di conducibilità entra tutto un processo fisico dell'atmosfera jonica che non entra affatto nella definizione del coefficiente di attività. Quindi in generale i gradi di dissociazione dedotti col calcolo fin qui seguito non si possono considerare come coefficienti di attività.

Abbiamo d'altra parte in corso una ricerca atta a permettere di prevedere anche i coefficienti di conducibilità di un miscuglio di elettroliti forti in base al calcolo di Debye e tale ricerca potrà permetterci appunto di giungere al calcolo della conducibilità di un'acqua minerale in modo teoricamente assai più corretto di quello che era possibile prima delle ricerche di Debye e che derivava dallo svolgimento del calcolo di Roloff. È infine da notare che nel metodo fin qui in uso non si considerava affatto il « coefficiente di attività del solvente » quantità questa della somma importanza e sulla quale ci intratteremo più avanti.

Calcolo dei coefficienti di attività.

La condizione d'equilibrio per una soluzione ideale e che abbiamo sopra riferito si deduce come è noto per variazione del potenziale termodinamico detto di Planck relativo alla soluzione stessa:

$$\omega = S - \frac{u + pV}{T} \tag{1}$$

Per una soluzione infinitamente diluita tale potenziale si scrive:

$$\omega = \sum_{0}^{1} n_i \, (\varphi_i - R \log \gamma_i) \tag{2}$$

Tale valore differirà per una quantità Y del potenziale della soluzione reale che costituisce la nostra acqua minerale. Esprimendo

$$Y = \Sigma n_i \frac{\gamma_i}{T} \tag{3}$$

e ponendo:

$$h_i = e^{\frac{\gamma_i}{RT}} \tag{4}$$

Digitized by Google

si può scrivere il potenziale della soluzione reale con:

$$\omega = \Sigma n_i \, (\varphi_i - R \log \gamma_i \, h_i \,) \tag{5}$$

per cui si viene a scrivere per il coefficiente di attività:

$$\log f_i = \log h_i + \Sigma n_j \frac{\partial \log h_i}{\partial n_i} \tag{6}$$

È facile vedere, ricordando come si deduce la (5), che gli γ_i sono delle energie dipendenti dalla concentrazione: saranno cioè delle energie interioniche tra i diversi joni discioli (soluti).

Dunque per giungere a f_i occorre calcolare questi valori di energia. È a ciò che provvede il calcolo di Debye.

Debye considera l' energia potenziale degli joni fra di loro come dovute alle cariche elettriche degli stessi e le calcola mediante la legge di Coulomb introducendo un valore di distanza efficace che ricava da una appropriata applicazione del principio statistico di Maxwell-Boltzmann. Non possiamo che accennare a tale base del calcolo di Debye rimandando per maggiori particolari teorici ai lavori del detto autore. Chiamando con $\varkappa$ tale distanza efficace e con a il raggio di un dato jone positivo l' energia potenziale di questo rispetto all' atmosfera jonica che lo circonda viene scritta

$$u = - \frac{\varepsilon^2 \varkappa}{D} \frac{1}{1 + \varkappa a} \qquad \text{(D cost. dielettrica del mezzo)} \tag{7}$$

Si calcola per il coefficiente di attività di un jone di un elettrolita forte in una soluzione non concentrata

$$^{10}\log f_i = - z^2 \, 0{,}354 \sqrt{I} \frac{1}{3} \left[2 \chi (x) + \Sigma \frac{I_i}{I} \sigma (x_i) \right] \tag{8}$$

dove z è la valenza dell' jone, $I = \Sigma c_i \, z_i^2$ c_i è la concentrazione in Mol. litro dell' jone i e $\chi (x)$ è $\sigma (x)$ sono speciali funzioni della variabile:

$$x_i = a_i \varkappa$$

e più precisamente:

$$\sigma (x_i) = \frac{3}{x_i^3} \left[(1 + x_i) - \frac{1}{1 + x_i} - 2 \log 1 + x_i \right]$$

e per piccoli valori di x_i

$$\sigma (x_i) = 1 - \frac{3}{2} x_i + \frac{7}{5} x_i^2 - 2 x^3 \ldots$$

Digitized by Google

Conoscendo x_i dall' analisi della soluzione e delle caratteristiche fisiche della stessa e dell' jone studiato si può ricavare il $\sigma(x_i)$ occorrente nei calcoli sia calcolando direttamente sia, (metodo che noi abbiamo trovato assai comodo e ciò nonostante sufficiente) ricavandolo per interpolazione grafica da una curva costruita una volta per sempre coi valori di

$$y = \sigma(x)$$

A tale proposito diamo una serie di valori coi quali poter costruire la detta curva.

x	$\sigma(x)$	x	$\sigma(x)$	x	$\sigma(x)$
0	1,000	0,6	0,486	2,5	0,136
0,05	0,929	0,7	0,441	3,0	0,1109
0,1	0,885	0,8	0,403	3,5	0,0898
0,2	0,759	0,9	0,370	4,0	0,0742
0,3	0,670	1,0	0,341	4,5	0,0628
0,4	0,598	1,5	0,238	5,5	0,0540
0,5	0,536	2,0	0,176		

Analogamente per $\chi(x)$:

$$(*) \quad \chi(x) = \frac{3}{x^3}\left[\frac{3}{2} + \log(1+x) - 2(1+x) + \frac{1}{2}(1+x)^2\right]$$

che per piccoli valori di x diventa:

$$(**) \qquad \chi(x) = 1 - \frac{3}{4}x + \frac{3}{5}x + \ldots.$$

Anche per avere i valori di questa funzione abbiamo costruito una curva coi valori sottosegnati e dalla quale poi abbiamo dedotto molta per volta i valori necessari.

I valori della tabella sono calcolati collo sviluppo (**) fino ad un valore di $x = 0{,}5$ e colla relazione (*) per valori maggiori di x.

Digitized by Google

x	$\chi(x)$	x	$\chi(x)$
0,01	0,9925	0,60	0,677
0,02	0,9850	0,70	0,657
0,05	0,9628	0,80	0,630
0,10	0,9325	0,90	0,606
0,20	0,8740	1,00	0,582
0,30	0,8170	1,20	0,537
0,40	0,764	1,50	0,480
0,50	0,720	1,80	0,435

Valori dei raggi degli joni.

Le precedenti funzioni si calcolano in base alla conoscenza di x cioè:

$$x = \varkappa a$$

dove $\varkappa$ è il reciproco della distanza efficace e dato da:

a 25° C. $\varkappa = 0{,}232\ 10^8\ 1/\overline{T}$

a 0° C. $\varkappa = 0{,}229\ 10^8\ 1/\overline{T}$

Ci occorre dunque la conoscenza di a.

Per soluzioni non troppo concentrate abbiamo dedotto i valori di questo parametro dal coefficiente di attività dell'acqua dedotto crioscopicamente.

Diamo appunto nella seguente tabella la serie di valori così dedotti e sul significato dei quali e sul modo di dedurli rimandiamo ad un precedente lavoro.

Speriamo di poter presto ritornare su questo parametro con ricerche elettrochimiche in modo da poter stabilire caso per caso i criteri necessari per la scelta dello stesso.

Nelle prime applicazioni alle acque di Riolo vennero introdotti i seguenti valori.

Digitized by Google

jone	$a\ 10^8$	jone	$a\ 10^8$
$Li^{\cdot}$	9,5	Cl'	2,5
$Na^{\cdot}$	5,5	Br'	4,68
$K^{\cdot}$	2,5	J'	10,90
$Mg^{\cdot\cdot}$	13,0	CO_3'	7,92
$Ca^{\cdot\cdot}$	6,7	SO_4''	1,51

I valori dei cationi vennero ricavati da crioscopie dei rispettivi cloruri quelle degli anioni dalle crioscopie dei rispettivi sali potassici salvo per l'SO_4 che fu dedotto dalle crioscopie del solfato di sodio. Nell'espressione di $\log f_i$ il calcolo delle medie come per es. $\Sigma \frac{\Gamma_i}{\Gamma} \sigma(x)$ è piuttosto lungo ed abbiamo perciò tentato di sostituire la media delle funzioni con la funzione della stessa media delle variabili. Nei limiti relativi alle acque di cui accenneremo nei paragrafi seguenti ci siamo convinti che la sostituzione non porta errore notevole tanto da reputare abbastanza approssimato il calcolo.

Cioè a

$$\frac{\Sigma \Gamma_i\ \sigma(x_i)}{\Gamma}$$

sostituiamo

$$\frac{\Sigma \Gamma_i\ \sigma(x_m)}{\Gamma} = \sigma(x_m) \frac{\Sigma \Gamma_i}{\Gamma} = \sigma(x_m)$$

dove:

$$x_m = \frac{\Sigma x_i\ \Gamma_i}{\Gamma}.$$

Ne viene allora per l'espressione del coefficiente di attività:

$$^{10}\log f_i = -z^2\ 0{,}354\ \sqrt{I}\ \frac{1}{3}\left[2\chi(x_i) + \sigma(x_m)\right]$$

a 25°.

Digitized by Google

Coefficiente di attività del solvente (acqua).

Come mostreremo tra breve il coefficiente di attività dell'acqua solvente ha una importanza assai grande. È coll'aiuto di questo che possiamo calcolare e l'abbassamento crioscopico e la pressione osmotica, etc. dell'acqua minerale in questione. Hückel da per soluzioni non troppo concentrate la seguente espressione per il coefficiente di attività del solvente:

$$(9)\quad \log f_0 = \frac{v_0}{1000}\ \frac{\varepsilon^2}{6\,D_0\,k\,T}\sqrt{\frac{4\pi\varepsilon^2\,N}{D_0\,k\,T}\ \frac{1}{1000}}\ \sqrt{\Gamma}\ \sum_1^s \Gamma_i\ \sigma(x_i)$$

dove v_0 è il volume molecolare del solvente, ε la carica dell'elettrone (in valore assoluto), D_0 la costante dielettrica dell'acqua, k la costante di Boltzmann, T la temperatura assoluta, N il numero di molecole contenute nella molecola grammo, Γ, Γ_i e $\sigma(x)$ hanno il significato già esposto.

Siccome per acque minerali non concentrate il punto di congelamento non è molto lontano da 273° assoluti abbiamo calcolato per tali acque la (9) a tale temperatura assumendo per il valore della costante dielettrica:

$$D_0 = 88{,}23\ (1)$$

Otteniamo così:

$$(10)\quad {}^{10}\log f_0 = +\,0{,}0020511\ \sqrt{\Gamma}\ \sum_1^s \Gamma_i\ \sigma(x_i)$$

Anche in questo caso (come precedentemente) sostituendo a $\sum_1^s \Gamma_i\,\sigma(x_i)$ l'espressione $\sigma(x_m)\,\Sigma\,\Gamma_i$ si ottiene

$$(11)\quad {}^{10}\log f_0 = 0{,}0020511\ \sqrt{\Gamma^3}\ \sigma(x_m)$$

Relazione che ci permette dunque di calcolare f_0.

Dal valore di f_0 noi possiamo ricavare il coefficiente osmotico φ_0 della soluzione ricordando che:

$$(12)\quad \varphi_0 = 1 - \frac{1000}{v_0}\ \frac{\log f_0}{\sum_1^s \gamma_i}$$

Sempre s'intende per una soluzione non troppo concentrata.

(1) Drude Ann. d. Phys. 9, 61, 1896.

Digitized by Google

Dal coefficiente di attività del solvente si può risalire alla crioscopia ricordando che:

$$(13) \qquad \frac{\Delta T}{T}\frac{q}{RT} = \sum_1^s \gamma_i - n \log f_0 \quad ,$$

Così dal coefficiente osmotico si può risalire alla pressione osmotica dell'acqua minerale:

$$P = \frac{RT}{v} \varphi \sum_1^s n_i$$

(n numero di molecole dei soluti).

Dunque la conoscenza del coefficiente osmotico e del coefficiente di attività del solvente nella nostra acqua minerale ci permette di apprezzare dall'analisi chimica ed in modo corretto tutte le proprietà « osmotiche » di un'acqua minerale. Potremo anche soggiungere che il coefficiente osmotico ci dà una misura di quanto (agli effetti osmotici) un'acqua minerale si allontana da una soluzione ideale contenente le stesse sostanze disciolte.

Fin qui abbiamo ragionato solo di acque minerali non troppo concentrate. Se la concentrazione non è piccola nel calcolo del coefficiente di attività occorre tener conto della variazione che subisce lo stato dell'acqua solvente per effetto del campo interionico dovuto alle sostanze disciolte.

Huckel calcola tale effetto in una quantità addizionale che aggiunta al log del coefficiente di attività già trovato colle precedenti relazioni ci da il coefficiente reale.

Per i coefficienti di attività degli joni Huckel pone:

$$\log f_i = \log f_i^0 + \log f_i^*$$

La quantità $\log f_i^0$ è quella che si calcola colle precedenti relazioni mentre $\log f_i^*$ rappresenta appunto il termine relativo all'effetto della variazione della costante dielettrica del mezzo a causa della forte concentrazione. Huckel da in generale per $\log f_i^*$ la seguente espressione:

$$(14) \quad \log f_i^* = \frac{\varepsilon^2 z_i^2}{2 D_0^2 k T} \frac{1}{a_i} \frac{1}{1 + x_i} \left(\sum_1^s \delta_j c_j \right) + \frac{\varepsilon^2}{2 D_0^2 k T} \delta_i \sum_1^s \frac{l'_j}{a_j} \frac{1}{1+x_j}$$

$$- \frac{\varepsilon^2 z_i^2}{2 D_0^2 k T} \frac{1}{2} \sqrt{\frac{4 \pi \varepsilon^2 N}{D_0 k T} \frac{1}{1000}} l' T \left(\sum_1^s \delta_j c_j \right) \Sigma \frac{l'_j}{l'} \frac{1}{(1 + x_j)_2}$$

Digitized by Google

$$+\frac{\varepsilon^2 z_i^2}{2D_0^3 k T}\frac{1}{a_i}\left(\sum_1^s \delta_j c_j\right)^2\left[\frac{3}{4}\frac{1}{1+x_i}+\frac{1}{4}\frac{1}{(1+x_i)^2}\right]$$

$$+\frac{\varepsilon^2}{D_0^3 k T}\partial_i\left(\sum_1^s \delta_j c_j\right)\sum_1^s \frac{\Gamma_j}{a_j}\left[\frac{3}{4}\frac{1}{1+x_j}+\frac{1}{4}\frac{1}{(1+x_j)^2}\right]\cdots$$

dove c_i sono come al solito le concentrazioni in Mol. litro e δ_i sono quantità cararatteristiche per ciascun jone definiti dalla relazione:

$$D = D_0 - \sum_1^s \delta_i c_i$$

essendo D_0 la costante dielettrica dell'acqua pura e D la costante dielettrica efficace agli effetti del calcolo di Huckel.

Le quantità δ_i furono determinate in parte da Huckel nel suo noto lavoro ed in parte recentemente da Harned (l. cit.) e ne diamo un prospetto nella seguente tabella:

Sale	δ medio	Autore
LiCl	10	Huckel, Phys. Zeits. 26, 96 (1925)
NaCl	4,5	
KCl	3,2	
$CaCl_2$	14,61	Harned, Phys. Zeits. 27 44 (1926)
$BaCl_2$	7,14	
$SrCl_2$	8,93	
K_2SO_4	— 3,6	
Na_2SO_4	— 1,4	

Sostituendo i valori delle costanti nella (14) nonchè ponendo la temperatura a 25° si ha

$$^{10}\log f_i^* \text{ a } 25^\circ \text{ C} = 0{,}0194\ 10^{-8}\left[\frac{z_i^2}{a_i}\frac{1}{1+x_i}\sum_1^s \delta_j c_j + \delta_i \Sigma \frac{\Gamma_j}{a_j}\frac{1}{1+x_j}\right]$$

$$-0{,}00225\left(\sum_1^s \delta_j c_j\right)\Sigma \frac{\Gamma_j}{\Gamma}\frac{1}{(1+x)^2}$$

Digitized by Google

$$+ 0{,}000246\ 10^{-8} \left\{ \frac{z_i^2}{a_i} \left[\frac{3}{4} \frac{1}{1+x_i} + \frac{1}{4} \frac{1}{(1+x_i)^2} \right] (\sum_i^s \delta_j c_j)^2 \right.$$

$$\left. + 2\,\delta_i (\sum \delta_j c_j) \sum_1^s \frac{\Gamma_j}{a_j} \left[\frac{3}{4} \frac{1}{1+x_j} + \frac{1}{4} \frac{1}{(1+x_j)^2} \right] \right\}.$$

Riesce in questo caso di molta utilità per alleggerire i calcoli impiegare la sostituzione approssimata da noi proposta ponendo sotto le sommatorie i valori medi che indicheremo con l'indice m.

Si ottiene allora:

$$(15)\quad {}^{10}\log f_i^* = -0{,}0194\ 10^{-8} \left[\frac{z_i^2}{a_i} \frac{1}{(1+x_i)} \sum_1^s \delta_j c_j + \delta_i \frac{\Gamma}{a_m} \frac{1}{(1+x_m)} \right]$$

$$- 0{,}00225\ \sqrt{\Gamma}\ (\sum \delta_j c_j)\ \frac{1}{(1+x_m)^2}$$

$$+ 0{,}000246\ 10^{-8} \left\{ \frac{z_i^2}{a_i} \left[\frac{3}{4} \frac{1}{1+x_i} + \frac{1}{4} \frac{1}{(1+x_i)} \right] (\sum \delta_j c_j)^2 \right.$$

$$\left. + 2\,\delta_i (\sum \delta_j c_j)\ \frac{\Gamma}{a_m} \left[\frac{3}{4} \frac{1}{1+x_m} + \frac{1}{4} \frac{1}{(1+x_m)^2} \right] \right\}.$$

I valori singoli di δ_i seguendo Hückel si ricavano ponendo

$$\delta_{Cl} = \delta_K$$

e servendoci dei valori medi su riferiti.

Nella scelta di queste costanti intervengono delle difficoltà. Infatti il valore per es. di δ_i di un catione dipende anche dall'anione del sale nelle soluzioni del quale vennero determinati i δ medi. Nel caso quindi di un miscuglio occorrerebbe determinare i δ_i per es. di un catione fra valori che assume relativamente ai diversi anioni e proporzionalmente alle concentrazioni di questi nell'acqua in esame. Abbiamo appunto in corso una ricerca atta sia a completare il più possibile la serie dei valori di δ_i per gli joni che più comunente sono presenti nelle acque minerali e per stabilire in generale la modalità per risalire da questi ai valori dei δ appropriati al caso particolare dell'acqua minerale che si esamina. Questi rilievi valgono per le acque concentrate, mentre per quelle

Digitized by Google

diluite essendo trascurabili i log f_i^* le cose come è ovvio restano assai piú semplici.

Mostreremo però in questa nota come per certi tipi di acque minerali le cose si possano anche semplificare in modo da permettere il calcolo coi valori che già possediamo.

Nel caso d'acque minerale concentrate anche nel calcolo del coefficiente di attività del solvente occorre tener conto del termine addizionale dovuto all'abbassamento della costante dielettrica del mezzo. Tale termine è dato da Huckel:

$$(16)\quad \log f_0^* = \frac{v_0}{1000}\left\{ - \frac{\varepsilon^2}{2 D_0^2 k T}\left(\sum_1^s \delta_j c_j\right) \Sigma \frac{\Gamma_j}{a_j}\frac{1}{1+x_j} + \frac{\varepsilon^2}{2 D_0^2 k T}\sqrt{\frac{4\pi\varepsilon^2 N}{D_0 k T\, 1000}}\sqrt{T}\,\frac{1}{2}\left(\sum_1^s \delta_j c_j\right) \Sigma \frac{\Gamma_j}{(1+x_j)^2} - \frac{\varepsilon^2}{2 D_0^3 k T}\left(\sum_1^s \delta_j c_j\right)^2 \left(\Sigma \frac{\Gamma_j}{a_j}\left[\frac{3}{2}\frac{1}{1+x_j} + \frac{1}{2}\frac{1}{(1+x_j)^2}\right] \ldots\right)\right\}$$

In tale espressione dato che il coefficiente di attività del solvente ci serve a determinare le crioscopie delle acque minerali abbiamo tenuto $T = 273$. Per acque concentratissime tale posizione potrebbe portare a risultati erronei ma per questo ci riserbiamo in un prossimo lavoro di dare le modificazioni per il calcolo dell'abbassamento crioscopico.

Dunque per acque minerali che presentano un abbassamento crioscopico non superiore a 2-3° circa, applicando anche qui la sostituzione dei valori medi come si è fatto precedentemente potremo scrivere:

$$(17)\quad {}^{10}\log f_0^* = -\,0{,}0003045\,(\Sigma \delta_j c_j)\,\Gamma\frac{1}{a_m(1+x_m)} + 0{,}0003486\sqrt{T}\,(\Sigma \delta_j c_j)\,\frac{\Gamma}{(1+x_m)^2} - 0{,}000003447\,10^{-8}\,(\Sigma \delta_j c_j)^2\,\frac{\Gamma}{a_m}\left[\frac{3}{2}\frac{1}{1+x_m} + \frac{1}{2}\frac{1}{(1+x_m)^2}\right]$$

Digitized by Google

Applicazione del metodo precedente alla rappresentazione dei risultati dell'analisi delle acque cloruro sodiche di Riolo.

(In collaborazione col Laureando Vincenzo Vaglio).

Gli stabilimenti idroterapici di Riolo in Prov. di Ravenna sorgono a poche centinaia di metri dal paese, ed utilizzano per le applicazioni curative le diverse sorgenti di acque saline, ferruginose, solfuree che sgorgano in vicinanza dello stabilimento stesso, come pure i fanghi provenienti dai prossimi vulcanetti del Bergulo.

Queste acque, per quanto scaturiscano a distanza non grande l'una dall'altra ed alcune siano anzi molto vicine tra loro sono non dimeno spiccatamente diverse per il grado, per la qualità della mineralizzazione e per il tipo al quale appartengono e si prestano perciò a svariate applicazioni terapeutiche. In questa nota sono riportati i risultati che si riferiscono alle acque delle due sorgenti distinte col nome di « Vittoria » e « Margherita ». I campioni per lo studio di queste acque furono prelevati dopo un periodo di diverse settimane di tempo relativamente buono, nel quale non si erano avute che scarse ed insignificanti precipitazioni atmosferiche.

Queste sorgenti distano di circa un chilometro dal nuovo grande Stabilimento, al quale vengon condotte per mezzo di tubazioni in ferro zincato; sono invece in immediata prossimità collo Stabilimento detto del Rio Vecchio.

La sorgente « Vittoria » scaturisce a pochi metri di distanza dello Stabilimento detto del Rio Vecchio, da un poggio situato sulla riva destra del ruscello che lambisce lo Stabilimento stesso. È colorata in giallognolo e lievemente opalina; opalescenza che aumenta col riposo. — La temperatura dell'acqua prelevata era + 8°,8, essendo quella dell'aria + 5°,1.

L'acqua della fonte « Margherita » scaturisce dal fondo di un pozzo profondo circa 3 metri sulla sinistra del Rio Vecchio, circa a 200 metri a monte del vecchio Stabilimento, allo sbocco di una insenatura laterale della valle. È giallognola, limpida. La temperatura era + 10°,1, essendo + 9°,3 quella dell'aria.

Digitized by Google

I metodi che abbiamo impiegato nelle determinazioni eseguite sulle acque di Riolo non si scostano in generale dagli ordinari metodi di indagine analitici e chimico-fisici.

Procediamo quindi ad esemplificare per queste due acque il metodo di rappresentazione proposto.

Dovremo perciò calcolare sia i coefficienti di attività degli joni sia il coefficiente di attività del solvente. Innanzi tutto riportiamo i dati analitici espressi in Millimoli litro a 25°.

Tabella I.

Acqua « Vittoria ».

Jone	C 10^3	Jone	C 10^3
$Na^{\cdot}$	456,843	J'	0,449
$Ca^{\cdot\cdot}$	5,340	SO_4''	0,085
$Mg^{\cdot\cdot}$	31,118	HCO_3'	3,800
Cl'	525,290	HS'	0,025

Tabella II.

Acqua « Margherita ».

Jone	C 10^3	Jone	C 10^3
$Na^{\cdot}$	262,820	J'	0,119
$Ca^{\cdot\cdot}$	2,126	SO_4''	5,488
$Mg^{\cdot\cdot}$	11,965	HCO_3'	8,198
Cl'	276,790	HS'	0,201

Calcoliamo ora, a modo di esempio, per disteso i valori relativi alla sorgente « Margherita ».

Digitized by Google

Calcolo del « coefficiente di attività del solvente » dell'acqua minerale « Margherita ».

Dato che l'abbassamento crioscopico della « Margherita » non supera i due o tre gradi applichiamo le formole scritte ponendo T = 273. D'altra parte la concentrazione della « Margherita » non ci permetterà di trascurare il log f_0^*.

Per procedere al calcolo di log f_0 ci occorrono anzitutto i Γ_i calcolati a 0°. A tale scopo assumendo la variazione di volume che subirebbe l'acqua da 25° C. a 0° C. possiamo scrivere per i Γ i seguenti valori:

Na^+	10^3	Γ	= 263,01	J'	10^3	Γ	=	0,12
Ca^{++}	»	»	= 8,51	SO_4''	»	»	=	10,98
Mg^{++}	»	»	= 47,88	HCO_3'	»	»	=	8,19
Cl'	»	»	= 277,00	HS'	»	»	=	0,20

Da questi valori e dai precedenti possiamo ricavare:

$$\Gamma_0 = 0{,}616 \qquad \varkappa_0 = 0{,}229\ 10^8\ \sqrt{\Gamma_0} = 0{,}1797\ 10^8$$

$$\sqrt{\Gamma_0} = 0{,}785 \qquad a_m = \frac{\sum_1^s \Gamma_i\, a_i}{\Gamma} = 4{,}71\ 10^{-8}$$

$$\sum_1^s c_i = 0{,}565 \qquad \varkappa_m = \varkappa\, a_m = 0.848$$

$$\sum_1^s \gamma_i = 0{,}01011 \qquad \sigma\,(\varkappa_m) = 0.384$$

da cui

$$^{10}\log f_0^{\circ} = 0{,}0020511\ \sqrt{\Gamma^3}\ \sigma\,(\varkappa_m) = 0{,}381\ 10^{-3}$$

Per calcolare log f^* considerando che il componente contenuto in massima prevalenza è il cloruro di sodio, manteniamo in prima approssimazione per δ_m il valore di 4,5 dato da Huckel per le soluzioni di cloruro di sodio. Dovremo però considerare che tale valore di 4,5 è dedotto a 25°. Se ammettiamo per i δ un coefficiente di temperatura pari a quello della costante dielettrica dell'acqua dovremo porre nei nostri calcoli $\delta = 5{,}04$.

È nostra intenzione di studiare sperimentalmente anche questa dipendenza di δ dalla temperatura, dipendenza sulla quale finora la bibliografia non da nessun lume e potremo così

Digitized by Google

forse giungere a maggiori approssimazioni. Con tale valore di δ applicando la (7) si ottiene

$$^{10}\log f_0^* = -0.050\ 10^{-3}$$

per cui

$$^{10}\log f_0 = 0.331\ 10^{-3}$$

e

$$^{n}\log f_0 = 0{,}762\ 10^{-3}$$

Calcolo dei coefficienti di attività degli joni dell' acqua « Margherita ».

Nel calcolare i coefficienti di attività degli joni di una acqua minerale a rigore si dovrebbero calcolare i coefficienti di attività a quella temperatura alla quale l'acqua scaturisce. Però tale modo di rappresentazione se pur sarebbe più ragionevole non renderebbe facile e rapido il confronto di coefficienti di attività tra diverse acque che scaturiscono a temperature diverse. Crediamo perciò opportuno di riferirci nei nostri calcoli ad una temperatura fissa (25° C) ed in caso per acque la cui temperatura si scosti molto da questa dare pure in una seconda tabella i coefficienti di attività alla temperatura di scaturiggine. Abbiamo anzi in corso uno studio del genere per l'acqua del Doccione di Bagni di Lucca (t. alla sorgente 54°), nel quale potremo mostrare l'ordine di differenze che a tale proposito si riscontrano. Riporto dunque i valori a 25° che servono per calcolare il coefficiente di attività dell' acqua « Margherita » :

Jone	$I_i\ 10^3$	Jone	$I_i\ 10^3$
$Na^{\cdot}$	262,28	J'	0,12
$Ca^{\cdot\cdot}$	8,46	HCO_3'	8,19
$Mg^{\cdot\cdot}$	47,75	SO_4''	10,95
Cl'	276,22	HS'	0,20

Digitized by Google

$\Gamma_{25} = 0{,}614$ $\quad$ $\varkappa = 0{,}1816 \cdot 10^8$

$\sqrt{\Gamma_i} = 0{,}783$ $\quad$ $a_m = 4{,}71\ 10^{-8}$

$\sum_1^s c_i = 0{,}564$ $\quad$ $x_m = 0{,}856$

$\sigma\,(x_m) = 0{,}374.$

Non conoscendo il raggio a dell'HS l'abbiamo provvisoriamente trascurato così abbiamo posto per l'HCO_3' il valore relativo a CO_3''.

Una serie di ricerche in corso ci permetterà però presto di colmare queste lacune che del resto data l'esigua importanza della quantità presente dei componenti a cui si riferiscono nelle nostre acque minerali sono certamente trascurabili.

Applicando le relazioni sopra esposte otteniamo così i seguenti valori:

Jone	$^{10}\log f_i^0$	$^{10}\log f_i^*$	$^{10}\log f_i$
Na^+	— 0,142	+ 0,009766	— 0,1322
Ca^{++}	— 0,534	+ 0,018858	— 0,5151
Mg^{++}	— 0,486	+ 0,009799	— 0,4762
Cl'	— 0,171	+ 0,019142	— 0,1518
J'	— 0,129	+ 0,006728	— 0,1222
HCO_3'	— 0,1255	+ 0,007799	— 0,1177
SO_4''	— 0,753	+ 0,10803	— 0,6449
HS'	— 0,2195		— 0,2195

Con calcoli analoghi otteniamo per l'acqua « Vittoria »:

Coefficiente di attività dell'acqua solvente

$^{10}\log f_0^0 = 0{,}7310 \cdot 10^{-3}$

$^{10}\log f_0^* = -0{,}13505 \cdot$ »

$^{10}\log f_0 = 0{,}5959$ »

$^{n}\log f_0 = 1{,}37$ »

Digitized by Google

Coefficienti di attività degli joni a 25°

Jone	$^{10}\log f_i^0$	$^{10}\log f_i^*$	$^{10}\log f_i$
$Na^{\cdot}$	— 0,164	+ 0,014584	— 0,149416
$Ca^{\cdot\cdot}$	— 0,623	+ 0,02862	— 0,59438
$Mg^{\cdot\cdot}$	— 0,456	+ 0,014174	— 0,441826
Cl'	— 0,2075	+ 0,03069	— 0,17681
J'	— 0,148	+ 0,009583	— 0,13842
HCO_3'	— 0,1408	+ 0,011542	— 0,12925
SO_4''	— 0,924	+ 0,18057	— 0,74543
HS'	— 0,287	— —	— 0,287

Controlli sperimentali.

Un primo controllo sperimentale del coefficiente di attività del solvente ci viene dato dalla possibilità di calcolare a priori gli *abbassamenti crioscopici* delle acque minerali studiate.

Data la concentrazione delle acque minerali prese per esempio dovremo scrivere per l'abbassamento crioscopico:

$$\frac{\Delta T}{T_0}\,\frac{q}{R\,T_0} = -\log\left(1 - \sum_1^s \gamma_i\right) - \log f_0 .$$

Da questa relazione calcoliamo per le due acque studiate:

« Vittoria » ΔT calcolato = 1°,764
« Margherita » ΔT calcolato = 0°,977.

Dalle determinazioni crioscopiche esegnite sulle stesso acque abbiamo trovato:

« Vittoria » ΔT trovato (corr.) = 1°,769
« Margherita » ΔT trovato (corr.) = 0°,980.

Concordanza che come si vede è certamente notevole.

Tra i coefficienti di attività degli joni riusciva di una certa facilità determinare mediante impiego di un elettrodo a calomelano il *coefficiente di attività dell'jone cloro.*

Digitized by Google

Tale determinazione può portare per un singolo jone quella conferma che globalmente porta ai nostri calcoli il *confronto* delle crioscopie calcolate e trovate.

Per determinare l'attività in joni cloro delle acque « Vittoria » e « Margherita » abbiamo determinato le differenze di potenziale tra un elettrodo a calomelano contenente una delle acque minerali da esaminare e un simile elettrodo a calomelano contenente una soluzione N/10 di cloruro di sodio. Per rendere il più possibile trascurabile il potenziale di diffusione abbiamo interposto frai i due elettrodi una soluzione satura di KCl. Il valore dell'attività dell'jone cloro nella soluzione N/10 di NaCl venne ricavato dai dati pubblicati da Huckel (1) assumendo per f NaCl N/10 = 0,74.

Ricaviamo così per le attività in Cl-joni trovate e calcolate dai coefficienti scritti nelle precedenti tabelle i seguenti valori:

Concentrazioni molecolari del cloro jone:

a) Acqua « Vittoria »

$$\gamma_{Cl} = \frac{M_0}{1000} \frac{c_{Cl}}{C - \sum_1^8 (M_{Cl} - M_0) \frac{c_{Cl}}{1000}} = 9{,}38\ 10^{-3}$$

b) Acqua « Margherita »

$$\gamma_{Cl} = 4{,}95\ 10^{-3}$$

Coefficienti di attività del cloro jone (vedi tabelle).

a) Acqua « Vittoria »

$$^{10}\log f_{Cl} = -0{,}1768 \quad \text{per cui} \quad f_{Cl} = 0{,}665$$

b) Acqua « Margherita »

$$^{10}\log f_{Cl} = -0{,}1518 \quad \text{»} \quad \text{»} \quad f_{Cl} = 0{,}705$$

Da cui:

Attività degli joni cloro calcolata:

« Vittoria » $a_{Cl} = 6{,}24 \cdot 10^{-3}$

« Margherita » $a_{Cl} = 3{,}51 \cdot 10^{-3}$

(1) Phys. Zeits., 26, 124 (1925).

Digitized by Google

Attività trovate.

Differenza di potenziale trovata a 25° fra i due elettrodi a calomelano contenenti uno l'acqua minerale e l'altro una soluzione N/10 di NaCl:

« Vittoria » $\pi = 40{,}0$ Millivolts
« Margherita » $\pi = 25{,}0$ »

per cui

$$\frac{a_1}{a_2} \begin{cases} \text{« Vittoria »} = 4{,}74 \\ \text{« Margherita »} = 2{,}64 \end{cases}$$

Assumendo (1) per la soluzione N/10 di NaCl $f_{cl} = 0{,}740$ si ha:

$$a_{cl} = 1{,}33 \cdot 10^{-3}$$

per cui:

trovato { « Vittoria » $a_{cl} = 6{,}31 \cdot 10^{-3}$
« Margherita » $a_{cl} = 3{,}51 \cdot 10^{-3}$

calcolato { « Vittoria » $a_{cl} = 6{,}24 \cdot 10^{-3}$
« Margherita » $a_{cl} = 3{,}51 \cdot 10^{-3}$.

Dunque le attività dell'ione cloro calcolate corrispondono in un modo abbastanza netto alle attività del jone cloro trovate per via elettrochimica. Questi valori sperimentali conferiscono un alto grado di probabilità ai nostri calcoli ed una netta conferma al nostro metodo.

Non riteniamo però di avere con questo esaurito il nostro compito: anzi nelle pagine precedenti è già stato accennato quanto ancora ci resta da fare per portare questo metodo a quel grado di perfezione al quale diversi lustri di pazienti e diligenti ricerche avevano condotto il metodo seguito fin qui. Riteniamo però essere opportuno rilevare come questo metodo costituisce il primo tentativo di rappresentazione dello stato di un'acqua minerale sulla base delle teorie termodinamiche delle soluzioni reali, nonchè il primo tentativo di applicazione alle dette rappresentazioni dei risultati più brillanti e rigorosi delle nuove concezioni sullo stato degli elettroliti.

(1) V. Huckel l. cit.

Digitized by Google

Ci sembra anche che la rappresentazione che noi proponiamo oltre ad essere perfettamente giustificata dal punto di vista scientifico, dia del tipo e delle più salienti proprietà caratteristiche di un'acqua un espressione semplice e concisa e permetta una più rapida ed immediata valutazione di tutte le sue proprietà.

Continueremo in prossime pubblicazioni l'elaborazione di questo metodo, ciò che importerà ancora molto lavoro sia sotto il punto di vista teorico che sperimentale.

Per ora a conclusione di questa nota riportiamo i risultati delle analisi delle acque « Vittoria » e « Margherita » di Riolo espressi in base ai criteri sopraccennati.

A. — Acqua « Vittoria ».

Tabella I. — *Saggi preliminari ed esame qualitativo.*

Acqua di colore giallognolo verdastro, si intorbida col riposo (solfo colloidale).
Odore solfureo, sapore fortemente salato.
Reazione al tornasole neutra che volge all'alcalino per esposizione delle cartine all'aria.

Idrogeno solforato	presente
Ammoniaca	lievi traccie
Acido nitroso, nitrico	assente
Acido fosforico	assente
Acido borico	presente in tracce notevoli
Calcio, magnesio, sodio	presente
Alluminio, potassio, litio	tracce notevoli
Solfati, joduri, cloruri, bicarbonati . .	presenti
Bromo e silice	tracce

Tabella II. — *Residuo fisso e costanti fisiche.*

Temperatura dell'acqua alla sorgente	+ 8°,8 (21-2-1926)		
» dell'aria esterna . .	+ 5°,1		
Residuo fisso seccato a 100°	gr. 30,854	per litro a 15°	
» » » » 180°	» 30,662	» » »	
» » calcinato al rosso scuro	» 30,226	» » »	
Perdita alla calcinazione .	» 0,436	» » »	

(*Continua*).

Digitized by Google

(Continuazione e fine).

(Il residuo alla calcinazione annerisce rivelando la presenza di sostanze organiche fra i componenti del residuo).

Peso specifico D_4^{15} 1,021706.

Indice di rifrazione nD a 15° 1,339045.

Tabella III. — *Costanti chimico-fisiche e attività dell'acqua solvente.*

Abbassamento del punto di congelamento trovato e corretto	1°,769
calcolato dal coefficiente di attività dell'acqua	1°,764
Conducibilità elettrica a 18° C	K = 0,0363
Coefficiente di attività dell'acqua solvente a 0°C espresso col logaritmo naturale $\log_e f_0$.	$= 1{,}370 \cdot 10^{3}$
Coefficiente osmotico a 0° C	= 0,9255
» di conducibilità a 18° C . .	= 0,623
Abbassamento della costante dielettrica dell'acqua dovuto all'effetto degli joni a 0° C	= 5,16
Attività parziale dell'acqua spettante a tale effetto $\log_e f_0^*$	= − 0,311
Forza jonica dell'acqua minerale secondo Debye e Huckel	$\Gamma = 1{,}13$

Tabella IV. — *Attività degli joni idrogeno.*

(det. coll'elettrodo a Chino-Chinidrone senza errore di sale)

Attività in Mol. litro:	
Acqua alla sorgente	$0{,}55 \cdot 10^{-7}$
Acqua dopo ebollizione	$0{,}0745 \cdot 10^{-7}$
pH dell'acqua alla sorgente	7,26

Tabella V. — *Radioattività.*

La radioattività dell'acqua « Vittoria » è dovuta a emanazione di radio.

Radioattività alla sorgente per litro d'acqua:

0,15 Unità Mache litro.

Tabella VI. — *Gas disciolti.*

Gas estratti per ebollizione col metodo di Frankland da un litro di acqua ridotti a 0° e 760 mm.

Digitized by Google

Gas totali	cc.	75,4
Anidride carbonica	»	60,0
Ossigeno	»	4,1
Azoto, gas rari e tracce di idrocarburi gassosi	»	11,3
Emanazione di radio	mm.^{3}	$0,291 \cdot 10^{-10}$

Tabella VII. — *Composizione chimica e stato chimico-fisico delle sostanze disciolte.*

Joni presenti nell'acqua, loro concentrazione e loro coefficiente di attività.

Nome del jone	Simbolo	gr. disciolti in 1 litro a 15°	Millimoli per litro a 25°	f_i a 25°c
Sodio	$Na^{\cdot}$	10,5073	456,843	0,709
Calcio	$Ca^{\cdot\cdot}$	0,2163	5,340	0,252
Magnesio	$Mg^{\cdot\cdot}$	0,7567	31,118	0,361
Cloro	Cl'	18,6271	525,290	0,665
Solforico	SO_4''	0,0083	0,085	0,179
Monocarbonico	HCO_3'	0,228	3,800	0,742
Jodio	J'	0,0570	0,449	0,727
Solfidrico	S''	0,0008	0,025	0,516

B. — Acqua « Margherita ».

Tabella I. — *Saggi preliminari ed esame qualitativo.*

Acqua di colore giallognolo spiccatamente verdastro, si intorbida col riposo (solfo colloidale) odore solfureo, sapore salato.

Digitized by Google

Reazione al tornasole neutra che volge all' alcalino.

Idrogeno solforato	presente
Ammoniaca	lievi tracce
Acido nitroso, nitrico	assente
Acido fosforico	assente
Acido borico	tracce notevoli
Calcio, magnesio, sodio	presenti
Alluminio, potassio, litio	tracce
Solfati, cloruri, joduri, bicarbonati	presenti
Silice	tracce
Bromuri	tracce

Tabella II. — *Residuo fisso e costanti fisiche.*

Temperatura dell' acqua alla sorgente	+ 10°,1
Temperatura dell' aria esterna	+ 9°,3
Residuo fisso seccato a 100° C.	gr. 16,756
» » » » 180° C.	» 16,452
» » calcinato al rosso scuro	» 16,303
Perdita alla calcinazione	» 0,109

(Il residuo alla calcinazione annerisce rivelando la presenza di sostanze organiche fra i componenti del residuo).

Peso specifico D_4^{15}	= 1,011774
Indice di rifrazione a 15° nD	= 1,336495

Tabella III. — *Costanti chimico-fisiche e attività dell' acqua solvente.*

Abbassamento del punto di congelamento trovato e corretto	0°,980
Abbassamento del punto di congelamento calcolato dal coefficiente di attività dell' acqua	0°,977
Conducibilità elettrica 18°	K = 0,0220
Coefficiente di attività dell' acqua solvente a 0° C su espresso col logaritmo naturale $\log_e f_0$	$= +0{,}762.10^{-3}$
Coefficiente osmotico a 0° C	= 0,9252
Coefficiente di conducibilità 18°	= 0,690

Digitized by Google

Abbassamento della costante dielettrica dell'acqua dovuta all'effetto degli joni a 0° C . . . . . = 2,85

Attività parziale dell'acqua spettante a tale effetto $\log_e f_0^*$ . . . . . $= -0{,}115.10^{-3}$

Forza jonica dell'acqua minerale secondo Debye e Huckel . . . . . $\Gamma = 0{,}614$

Tabella IV. — *Attività degli joni idrogeno.*

Attività in Mol. litro:

Acqua alla sorgente . . . . . 0,245 . 10^{7-}

Acqua dopo ebollizione . . . . . 0,044 . 10^{-7}

pH dell'acqua alla sorgente 7.61

(vedi nota alla tabella dell'analisi della « Vittoria »).

Tabella V. — *Radioattività.*

La radioattività dell'acqua « Margherita » è dovuta a emanazione di radio.

Radioattività alla sorgente per litro di acqua:

0,45 unità Mache litro

Tabella VI. — *Gas disciolti.*

Gas estratti per ebollizione col metodo di Frankland da un litro di acqua e ridotti a 0° C. e 760 mm.

Gas totali . . . . . cc. 131,5

Anidride carbonica . . . . . » 109.5

Ossigeno . . . . . » 4,2

Azoto gas rari e tracce di idrocarburi gassosi . . . . . » 11,3

Emanazione di radio . . . . . mm^3. $0{,}877 . 10^{-10}$

Tabella VII. — *Composizione chimica e stato chimico-fisico delle sostanze disciolte.*

Joni presenti nell'acqua, loro concentrazione e loro coefficienti di attività.

Digitized by Google

Nome del jone	Simbolo	gr. disciolti in 1 litro a 15°	Millimoli per litro a 25°	f_i
Sodio	$Na^{\cdot}$	6,0450	262,820	0,783
Calcio	$Ca^{\cdot\cdot}$	0,0852	2,126	0,305
Magnesio	$Mg^{\cdot\cdot}$	0,2909	11,963	0,334
Cloro	Cl'	9,4628	276,790	0,705
Jodio	J'	0,0152	0,119	0,755
Solforico	SO_4''	0,2646	5,488	0,227
Monocarbonico	HCO_3''	0,492	8,198	0,762
Solforico	S''	0,0064	0,201	0,317

Bologna Istituto di Chimica Generale della R. Università
Luglio 1926.

Digitized by Google

LA TRAGEDIA « *OCTAVIA* »

D' INCERTO AUTORE

TRADUZIONE DI

FEDERICO CORDELLA

(Continuazione Vol. IV, p. 182)

ATTO IV

Il mattino susseguente alle nozze, Poppea esce spaventata dal talamo e alla nutrice narra le paurose visioni della notte. La nutrice cerca di spiegare il sogno in modo da trarne lieti auspici. Le donne escono. Il coro intona un canto in onore della nuova regina ma sopraggiunge ansante un nunzio il quale riferisce che il popolo si è levato a tumulto. Il coro biasima la rivolta e prevede acerrime punizioni.

POPPEA, NUTRICE

NUT. Ove trepida il piè rivolgi o figlia
Dal tuo talamo e a che secreta piangi
Sì turbata nel volto? Il dì cotanto
Da te sognato ad appagar tuoi voti
Ben venne ormai. Sei pur di maritale
Nodo congiunta a Cesare cui l' alma
Tua beltà persuase e quei ch' effetto
Contrario oprâr di Seneca i rimbrotti.
Nei tuoi lacci l' avvinse assai possente
Diva che Amore generò, Ciprigna.
Ah, di qual reggia arbitra sei e quanto
Sublime talamo salisti! Preso

Digitized by Google

D' alto stupor mirò la tua persona
Il senato, allorchè gli Dei Superni
Onoravi d' incenso e puro vino
Spargevi sull' altar, mentre un leggiadro
Purpureo vel ti ricopria le chiome.
Ed ei medesimo al fianco tuo, superbo
Al portamento e pari a un dio, fra i lieti
Auspici della folla iva il tuo sposo.
Tale un dì emersa dai marini flutti,
Di Tetide divina le sembianze
Mirò Peleo di cui le nozze è fama
Celebrasser concordi ed i Celesti
E i numi tutti che nel mare han stanza.
Or dinne la cagion di tua tristezza.
Onde il tuo pianto e il tuo pallor? Ti svela.

POP. Confusa dall' orror d' una visione
Della trascorsa notte, assai turbata
Ho nutrice la mente. Al lieto imene
Tosto successer le lugubri stelle
Ed al giorno le tenebre. Congiunta
A Nerone io sciogliea le membra al sonno;
Invan, chè di goder la dolce quiete
Mi fu disdetto. Un affannata turba
Di gente mi parea vedere in sogno
Che le mie nozze celebrasse afflitta
E sciolte i crini percoteansi il petto
Le matrone con flebili lamenti;
E fra un sinistro risuonar di tube,
Di sangue aspersa una funesta face
Agrippina terribile agitava.
Or mentre invasa di terrore ad essa
Tenea lo sguardo, a un tratto mi s' aperse
Voragine profonda ove caduta,
Mirai pien di stupor di nuovo il mio
Letto nuziale e in mezzo a una confusa
Moltitudine a me venir incontro
Col suo nato l' antico mio consorte
Che i dolci amplessi mi chiedea d' un tempo:
Quando improvviso colla spada irruppe
Neron tutto affannato ed il meschino
Nella gola trafisse. Alfin dal sogno

Digitized by Google

Mi risvegliai. Un brivido per l'ossa
Correami e il petto m'agitava orrendo
Ed il terror mi trattenea la voce
Ch'or sciolsi appena che coraggio alquanto
Mi diè la tua fedel premura. Ahi, quali
A me minaccian mai luttuosi eventi
Gl'inferni Mani e perchè vidi il sangue
Di colui che fu un tempo il mio consorte?

NUT. Quel che la nostra irrequïeta mente
Pensa durante il dì, torna nel sonno
Inconsapevol con arcana possa
A richiamar la mobile coscienza.
Meraviglia ti fè che in braccio al nuovo
Sposo sognasti e il talamo e la sacra
Cerimonia e l'antico tuo marito?
Qual tema aver puoi della mesta turba
E delle donne che piangenti il petto
Si battean scapigliate? Eran coloro,
Deploranti d'Ottavia la repulsa
E quella face onde tremasti, indizio
Del chiaro nome che d'invidia oggetto
La fortuna ti diè. L'eterna soglia
Di Dite, fama alla tua casa e saldo
Il tuo connubio vaticina. Il ferro
Ch'entrar vedesti nella gola ch'altro
Significar potrà se non che nullo
V'ha di guerra periglio e l'armi in pace
Riporrà il prence? Ti rinfranca or dunque
E tranquillo al tuo talamo rientra.

POP. Di visitar le sante are e i delubri
Decisi e d'offerir vittime ai numi
Onde placati del mio triste sogno
Distornin le minaccie e lo spavento
Cada sui miei nemici. Or tu i Celesti
Pur mi propizia e a lor pietosi preghi
Innalza onde il terror da me disgombri.

CORO

Se veritiera del Tonante Giove
Già la loquace fama,
Qual con Leda ed Europa,

Digitized by Google

Le leggiadre narrò frodi d' amore,
Nuova or d' amplessi brama
Dall' Olimpo ove ha seggio a te l' invita,
Fortunata Poppea cui ben può a Leda
Prepor nell' alto onore
E d' Acrisio alla prole
Che l' aurea pioggia rimirò stupita.
Vanti il frigio pastore
Premio di Citerea l' alme sembianze
Della spartana alunna,
Tu pur quel volto vincerai che tante
Pugne e discordie accese
E di Troia le mura a terra stese.
Ma chi ver noi s' affretta
Sì concitato e ansante?

NUNZIO

Qualunque veglia della reggia a guardia,
Or è mestier che tutta quanta adopri
La sua prodezza: Il popolar furore
D' ogni parte divampa. I pretoriani
A presidiar già corron la cittade
Dei prefetti al comando; nè trattiene
Rispetto alcun tal repentina furia
Ch' anzi raddoppia ad ogni istante.

CORO

Or quale
Cagione infiamma di tant' ira i petti?

NUNZIO

Per Ottavia il favore. Esasperato
È il popolo e minaccia ormai di certo
Un grave eccesso.

CORO

E dinne: il loro avviso
Qual' è? Che speran?

Digitized by Google

NUNZIO

Ricondurla al prence
Suo german qual legittima consorte
E a quel posto che a lei spetta nel trono
Per retaggio paterno.

CORO

Or che Poppea
Già sel possiede per voler concorde?

NUNZIO

Troppo gli animi accende ardor tenace
E cieca rabbia li travolge. Tutti
Che di Poppea ritraggon le sembianze
I simulacri, in rilucente bronzo
Scolpiti o in marmo, or son distrutti. Il volgo
Gli abbattè con le scuri e fatti in pezzi
Li trascina coi lacci e lunga fiata
Li calpesta e di fango li ricopre.
Nè si scompagnan le parole ai fatti,
Ma di ridirle a me vieta prudenza.
In mente han già d'incendïar la corte
Ove in loro poter non si decida
A dar Neron la nuova sposa e seco
Ottavia non richiami. Or come impose
A me il prefetto ad informar lui corro
Della rivolta che fatal preveggo.

CORO

Perchè tanta ad Amore
Movete acerba guerra?
Invitto ei di sua mano
Il dardo scaglia e vano
È ogni vostro furore.
S'ei del Saturnio Giove
Sovente il lampo estinse
E d'amorose voglie
Lui fra i mortali a palpitar costrinse.

Digitized by Google

Offeso or sua vendetta
Farà col vostro sangue
Ch' ei nessun freno accetta
E facile è allo sdegno. Ei le contrade
Di Frigia saccheggiò, ridusse in fiamme
La Dardania cittade,
Ma pria d' immenso danno
Afflisse i duci achivi e poichè Atride
Il cor gli accese d' ira
Ridusse Achille a maneggiar la lira.

O qual gelo c' invade d' orrore
Alla strage che anch' oggi farà
L' empia possa del dardo d' Amore
Divampar nella nostra città.

Fine del quarto atto.

ATTO V

La catastrofe. Appare Nerone furibondo sulla scena perchè la città non è ancora bagnata del sangue dei ribelli. Al prefetto che sopraggiunge comanda che Ottavia sia sacrificata. Il coro deplora le funeste conseguenze del favore popolare che ha trascinato Ottavia alla morte. Ed ecco apparire l' eroina fra i soldati che la conducono verso la nave fatale. Essa invoca gli Dei e l' ombra del padre che fu causa di tutte le sue sciagure. Questo ricordo le fa ritrovare la forza di affrontare il supplizio. Il coro si unisce ai lamenti di Ottavia e l'accompagna con l' augurio che possa essere sottratta alla morte come un tempo Ifigenia.

NERONE, PREFETTO

Come tardi o vendetta! O lenta troppo
Mano dei miei soldati e paziente
Mia ira a tanto eccesso. Ah perchè il sangue
Dei cittadin non spegne ancor le fiamme
Tentate contro la mia corte e Roma

Digitized by Google

Che tal popolo educa ancor di strage
Bagnar non veggo? Ah, ma la morte è poco,
Pena più grave un tal delitto merta.
Or quella a cui del popolo il furore
Soggettarmi vorria moglie mai sempre
A me sospetta alfin muoia e il suo sangue
La mia collera estingua. Arse fian tosto
Le case e il popol reo punisca il fuoco
E la ruina e il lutto e l' atra fame
E la miseria. Troppo insuperbisce
Dei vantaggi che tal secol gli apporta
Questa corrotta turba, e mia clemenza
Ingrata spregia e di goder la pace
Punto gli cal, ma il suo malanno cerca.
Resa audace e demente Or con tal pena
Di tai sommosse deporrà la voglia,
Nè più fia oso levar gli occhi contro
L' augusto volto della mia consorte,
E quindi innanzi del suo prence impari
A rispettar la maestà. Ma viene
L' uom che per la sua fè posto al comando
Fu del pretorio.

PREF. A recar nuova io vengo
Che la rivolta popolar domato
Ha la stage di pochi i quali arditi
Tentâr più lunga resistenza

NER. E pago
Di ciò terrommi? E in cotal guisa adempi
Al mio volere? E questa la vendetta
Che al tuo principe fai?

PREF. Spenti l' acciaro
Ha pur del moto i capi

NER. E che? La turba
Che osò dar fuoco alla mia casa e leggi
Impormi e trar dal talamo cotanta
Illustre moglie e con infame oltraggio
Violar ciò che potè s' ebbe la pena
Che al misfatto s' adegua?

PREF. Il tuo dolore
Decretarla vorrà?

Digitized by Google

NER. Tal che ne passi
Vivo il ricordo alle future etadi.
PREF. Alcun timor me non terrà ma solo
L' ira tua che a me par troppo minacci.
NER. Colei che prima il mio furor si merta
Espierà.
PREF. Qual la tua ira chiede
M' addita onde mia man non la risparmi.
NER. D' Ottavia il capo.
PREF. Orror vince il mio zelo.
NER. Ad obbedir vacilli?
PREF. La mia fede
Signor, condanni?
NER. Se al nemico indulgi.
PREF. Una donna chiamar puoi con tal nome?
NER. Ove insidie maturi.
PREF. E v' è chi rea
Provar la possa?
NER. Il popolar furore.
PREF. Chi ritener demente folla ardisce?
NER. Chi commuoverla può.
PREF. Nessuno io stimo.
NER. La donna a cui del mal diede l' istinto
Natura e fè d' inganni il cor ricetto.
PREF. Ma non sortì la forza.
NER. Acciocchè al tutto
Indomabil non fosse e l' egro petto
Pur piegasse al timor ed alla pena,
Che or sebben tardi condannata avrassi,
Poichè a lungo mi nocque. Or dai consigli
E dai preghi desisti e m' obbedisci:
Tosto disponi a che in remoto lido
Condotta fia su d' una nave e quindi
Tolta di vita onde svanisca alfine
Qual timor che purtanto mi travaglia.

CORO

O del volgo funesta,
E dira spesso di favor corrente,
Che pria pel mar l' aure seconde invia,

Digitized by Google

Della nave alle antenne,
E lei tragge lontan ma poi s' arresta,
Ed il nocchier fra gli alti flutti oblia.
Pianse l' afflitta madre
I prodi Gracchi che il plebeo favore
Alla ruina avviò benchè loquaci
E forti e d' alta stirpe e chiaro sangue
E della legge impugnator tenaci.
Così pur morte diede
A te Fortuna o Druso a cui nè i Lari
Nè i sacri fasci dier salute alcuna.
Ed or colei cui dianzi al suo consorte
E al talamo e alla reggia
Tornar volea la plebe,
Or può mesta e piangente
Mirar condotta a scellerata morte.
O fortunata povertà che vivi
Paga d' umili tetti,
Mentre spesso i palagi
Della fortuna infesta
Incalza la tempesta!

OTTAVIA

Ahi, dove mi traete, a qual dimora,
Se a me il tiranno e la regina vinti
Dal mio lungo patir concedon vita?
Ma se a compir di mia famiglia il lutto
Me pur bramano estinta, a che crudeli
Invidiarmi di morir in patria?
Ma ahi, già nulla è ogni speranza! Parmi
Vèder di lui l' orrenda nave, quella
Che un dì sua madre conducea. Qual freddo
M' agghiaccia? Oh vista! Ed io su quella nave
Sua misera sorella e ormai diserta
Ascender deggio? O Dei! Più senso alcuno
Di pietade non v' è? Dunque l' Erinni
Regnan nel mondo? Ah chi sulle mie pene
Versar può degno pianto e quale augello
Alle lacrime mie fornir lamenti?
Oh di vestirmi di lor penne il fato

Digitized by Google

Mi concedesse e di fuggir con l' ali
Lieve volando ed il mio danno il triste
Degli uomini convegno e sola in muta
Selva effonder dal petto il mesto canto!

UNO DEL CORO

Retto dal fato è l' uman seme e niuna
Può a sè ottener durabil cosa e certa
Tante son le vicende a cui l' infido
Tempo condanna col variar dei giorni.
Ti sian conforto i già frequenti esempli
Che diè la tua famiglia. In che fortuna
Ti fu più nequitosa? Or te per prima
Ricorderò madre di tanta prole,
Figlia d' Agrippa e di Tiberio nuora
Che del prode Germanico compagna
Rifulgesti per fama in tutto il mondo
E poi l' esilio e il carcere patisti
E le percosse e rimirar lo scempio
Dei tuoi figli dovesti infin che morte
Pose fine ai tuoi crucci. E al suo delitto
Ben la pena pagò di Druso figlia
Livia pur del consorte e di sua prole
Felice in tutto. E di pugnal ferita
Benchè non rea pur della madre il fato
Giulia seguia benchè dopo tanti anni.
Che non potè tua stessa genitrice
Messalina allorchè cara al marito
Tenea la reggia? Ella a un suddito il suo
Famor concesse e violento il ferro
Del sicario la spense. E qual potere
Non ebbe un tempo di Neron la madre
Che di celesti onor nutrì speranza?
Ferita in pria dall' omicida mano
Del remator, poscia d' acciar trafitta,
Vittima cadde del suo proprio figlio.

OTTAVIA

Ed ancor me manda il tiranno all' ombre
Che più s' indugia ormai? Deh mi traete
Su quella nave voi cui diè diritto

Digitized by Google

Su me la sorte. Ma i Celesti chiamo....
Ah, perchè prego o me demente i numi
Cui sono in odio? Il Tartaro e l'ultrici
Figlie del tenebroso Erebo chiamo
Testimoni e te padre a cui la morte
Degna mercede fu d'aver malanni
Procurato ai tuoi figli. Odiosa tanto
Non m'è tal sorte: ella da te mi viene.
Orsù la nave s'apparecchi, al vento
Si spieghino le vele e drizzi il corso
Il timoniere omai verso l'estrema
Mia meta, il lido di Pandataria.

CORO

Aura amica di Zeffiro, in grembo,
Se un dì al ferro Ifigenia involasti,
Deh costei or raccogli d'un nembo
E deponi di Trivia all'altar.

Tu con vittime estranie men dira
Il tuo nume o Tauride placasti,
Ma innocente anco il sangue rimira
Dei suoi figli oggi Roma versar.

Fine

Digitized by Google

PAOLO PRINCIPI

NUOVO CONTRIBUTO ALLO STUDIO DELLA FLORA SARMAZIANA DI POLENTA IN PROVINCIA DI FORLÌ

Il giacimento di Polenta trovasi sull'orlo orientale della sinclinale miocenica, che con direzione NO-SE si dirige verso Mercato Saraceno, venendo, poi, bruscamente interrotta dai rilievi del gruppo del Monte Carpegna (1).

Ad Est di Polenta, fin verso Lizzano e Paderno, si presenta diffusa una formazione costituita da strati di arenaria generalmente sottili, intercalati a banchi marnosi di notevole spessore, la quale viene trasgressivamente ricoperta da marne e sabbie plioceniche. Presso il Castello le arenarie diventano grossolane e passano in qualche punto ad un vero e proprio conglomerato con ciottoli improntati per lo più di piccole dimensioni. Nella parte superiore dell'arenaria sono anche inclusi degli strati argilloso-sabbiosi alquanto incoerenti, nei quali è stato riscontrato qualche raro esemplare di *Cardita Jouanneti*, che attesta in modo indubbio l'età tortoniana della serie arenacea.

Sotto il Castello sulle arenarie tortoniane si adagiano degli scisti tripolacei fogliettati, di colore biancastro e alternanti con marne grigie bituminose. Seguono, poi, altre marne gessifere cenerognole, divisibili in lastre, da cui provengono

(1) PRINCIPI P. — *Osservazioni geologiche sull'alta e media valle del Savio*. Rend. R. Accad. Lincei, 1925.

Digitized by Google

le filliti studiate (1), e ricoperte da esigui strati di un calcare siliceo bianchiccio (*cagnino*) e da calcare solfifero.

Sopra di quest' ultimo riposano vari strati di gesso compatto (*seghe*) alternanti con strati di marne scistose a *Lebias crassicauda*, che fanno poi passaggio ad altre marne includenti sottili strati di arenaria o di gesso ed attraversate qua e là da fessure riempite di sericolite a struttura fibrosa e con spiccata lucentezza sericea. Appariscono in seguito altre marne con lenti e nuclei gessoso-solfiferi ed infine delle marne sabbiose giallastre con straterelli di arenaria friabile, che si estendono fin presso Teodorano.

È evidente che la zona gessoso-solfifera, che si adagia sulle arenarie tortoniane appartiene al Sarmaziano, mentre le marne sabbiose sovrastanti debbono verosimilmente riferirsi al Pontico, corrispondendo per la loro posizione stratigrafica ai conglomerati di Pietrafagnana, di Pietrarubbia (2), di Cusercoli e di Voltre.

Gli strati del giacimento di Polenta sono costantemente immersi a SO e tale orientamento permane fin presso il letto del torrente Salsa; si ha quindi una serie di ondulazioni secondarie interessanti il fondo della sinclinale principale, i cui bordi occidentali a strati fortemente inclinati si ritrovano presso Rivoschio, dove affiorano nuovamente i terreni del Sarmaziano.

***

Le impronte vegetali, che si riscontrano sulla superficie delle lastre, in cui si dividono le marne gessifere sopramenzionate, costituiscono spesso un groviglio confuso di fusti e di foglie per lo più in frammenti sovrapposti in modo da impedire spesso una esatta determinazione.

Abbondano in particolar modo le foglie parallelinervie delle Monocotiledoni, che crescevano lungo le rive degli stagni, le cui acque medesime dovevano ricettare una rigogliosa vege-

(1) Le filliti descritte nel presente lavoro, come pure quelle già da me precedentemente studiate (vedi Principi, *Flora messiniana di Polenta in provincia di Forlì*; Riv. ital. di Paleontologia, anno XXVIII, 1922, fasc. I-II) furono raccolte dal Signor Pietro Zangheri di Forlì, il quale gentilmente mi inviò in comunicazione l'importante materiale.

(2) Principi P. — *I terreni terziari dell' alta valle della Marecchia*; Boll. Soc. Geol. ital., 1925.

Digitized by Google

tazione: ad esse si mescolano, poi, foglie di Dicotiledoni, che i venti trasportavano dai boschi più o meno vicini.

La flora di Polenta comprende 68 specie: le famiglie, che presentano il maggior numero di forme, sono quelle delle Gimnosperme, delle Cupulifere, delle Aceracee, mentre le specie più abbondantemente rappresentate sono *l'Arundinites Goepperti*, *Sequoia Couttsiae*, *Carpinus grandis*, *Fagus Antipofi*, *Castanea atavia*, *Quercus etymodrys*, *Quercus senogalliensis*, *Betula prisca*, *Planera Ungeri*, *Acer trilobatum*, *Platanus deperdita*, le quali si ricollegano a forme ora viventi nelle regioni temperate dell'emisfero boreale.

Delle 68 specie di Polenta 16 esistono già nell'Eocene e 31 nell'Oligocene: ciò dimostra che la flora in questione ha le sue origini in epoche assai lontane. Questi rapporti si mantengono naturalmente evidenti con le flore del Miocene inferiore e medio; così noi troviamo della nostra flora 19 specie nel Miocene inferiore della Boemia e 17 in quello della Svizzera, 19 nel Miocene medio della collina di Torino, 21 di Leoben, 13 di Parschlug e 12 di Radoboj. Anche in questo caso è, però, necessario rilevare che alle cifre suddette non devesi attribuire un valore assoluto. Infatti, come già feci rilevare a proposito della flora rupeliana di Bagnasco (1), le flore dell'Oligocene sono straordinariamente ricche: da ciò il gran numero di specie comuni con Polenta. Le affinità senza dubbio si accrescerebbero per i giacimenti del Miocene inferiore e medio, se di questi si conoscesse un maggior numero di forme.

Ma i più stretti rapporti si riscontrano colle flore del Miocene superiore, specialmente del Sarmaziano. Infatti ben 61 specie della flora di Polenta esistono in altre località appartenenti a quest'ultimo periodo e possiamo ben affermare come la paleofitologia anche in questo caso confermi le conclusioni dedotte dalle osservazioni stratigrafiche.

Colla flora del Sinigagliese si hanno in comune 48 specie, con quella dell'Anconetano 39, di Guarene 29, di Stradella 18, di Oeningen 20, di Joursac 10, della Slesia (Schossnitz etc.) 16, dell'Austria (Vienna, Gleichenberg etc.) 11, di Caplagrabens 11, di Erdóbenye 9, di Szwoszowicze 7, della Russia meridionale 3.

---

(1) Principi P. — *Flora rupeliana del bacino di Bagnasco (Piemonte)*. Atti Soc. Ligustica Sc. e Lettere vol. III, 1924.

Digitized by Google

Risulta evidente come le massime affinità esistono colle flore sarmaziane dell'Italia, mentre esse diminuiscono gradatamente rispetto alle flore coeve delle regioni situate a NO e ad E della penisola italiana.

La maggior parte delle specie del giacimento di Polenta si diffondono sino al Pliocene, tre (*Betula prisca, Planera Ungeri, Acer integerrimum*) arrivano al Quaternario e due, finalmente, sono tuttora viventi, la *Ginkgo biloba* della regione giapponese-manciurica, e l'*Ilex aquifolium* dell'Europa meridionale e dell'Asia Minore.

***

Le specie riscontrate negli strati sarmaziani di Polenta si ricollegano per lo più a piante viventi in paesi di clima temperato; non mancano, è vero, forme caratteristiche di un clima subtropicale, come la *Quercus chlorophylla, Laurus princeps, Oreodaphne Heeri*, o addirittura tropicale, come il *Cinnamomum polymorphum, Cinnamomum lanceolatum;* ma esse sono in esiguo numero rispetto alle altre precedenti.

Infatti, mentre le forme di sicura determinazione generica, che trovano il loro riscontro in specie ora viventi nelle regioni tropicali e subtropicali dell'Africa, dell'Asia, dell'America, ammontano appena a 11 — escludendo dal confronto tutte le specie di incerto valore sistematico (*Sapindus, Celastrus, Combretum, Terminalia*) — quelle che hanno il loro termine di paragone nelle regioni temperate sono 43, delle quali 25 nella zona caucasico-mediterranea, due nella zona giapponese-manciurica e 16 nella zona nord-americana.

Anche nella flora di Polenta alcune specie trovano dei termini analoghi simultaneamente in varie parti del globo. Così la *Quercus senogalliensis* sintetizza delle forme attualmente localizzate nell'America settentrionale (*Quercus prinos* L., *Quercus macrocarpa* Michx.) e nell'Europa (*Quercus robur* L.); il *Platanus deperdita* due forme, una caratteristica del bacino del Mediterraneo (*Platanus orientalis* L.), l'altra del versante atlantico dell'America del Nord (*Platanus occidentalis* L.), il *Cornus Mastagnii* delle forme viventi nell'America boreale (*Cornus stricta* Lm.) e nel Nepal (*Cornus capitata* Wall.).

È pure notevole il numero delle specie, che hanno il loro termine di confronto in piante viventi attualmente nei paesi

Digitized by Google

temperati e subtropicali dell'America settentrionale; tuttavia le affinità tra la flora fossile europea e quella attuale del Nord America tendono gradatamente a diminuire man mano che dall'Oligocene si passa agli ultimi tempi del Cenozoico. Ciò è probabilmente l'effetto di una introduzione nelle regioni europee di tipi vegetali provenienti dalle contrade asiatiche.

Rileveremo, inoltre, come le flore sarmaziane di Polenta, del Sinigagliese, dell'Anconetano presentano anche una parentela abbastanza manifesta — specialmente riguardo alle Conifere — colle flore del Miocene inferiore e medio dello Spietzberg, dell'Islanda e della Groenlandia; tale fenomeno sta a dimostrare un lento spostamento delle specie vegetali dalle zone più settentrionali del continente euro-asiatico verso il bacino del Mediterraneo.

***

Il complesso della flora di Polenta, come pure di quelle coeve delle Marche, corrisponde a tipi vegetali, che ora vivono tra il 30° ed il 40° di latitudine Nord. Il territorio emerso nel Sarmaziano doveva essere costituito essenzialmente dalle arenarie e scisti arenacei del Langhiano e del Miocene medio, rocce che originavano dei terreni in prevalenza silicei, dotati di varia fertilità, ma tuttavia favorevoli alle Betulle (*Betula prisca*) e ad alcune Quercie a foglie lobate anzichè intere o dentate (*Quercus mediterranea*). Ma il fondo delle depressioni presentava un forte grado di umidità ed anzi era spesso trasformato in stagni e paludi, come lo attesta l'abbondanza dei resti di Monocotiledoni e la presenza del *Glyptostrobus*, genere che attualmente vive nei terreni paludosi e lungo le rive dei fiumi di alcune provincie della Cina.

Presso la riva del mare, in corrispondenza di aree riparate dai venti freddi, la temperatura risultava alquanto elevata, tanto da permettere lo sviluppo di una flora subtropicale rappresentata da *Laurus*, *Cinnamomum*, *Cassia*, *Celastrus*, *Sapindus*, etc.; mentre sui rilievi circostanti si estendeva la foresta di Faggi e di Conifere.

La presenza di specie, che si avvicinano alla *Betula Bojpalthra* (*Betula prisca*), alla *Juglans regia* (*Juglans acuminata*), al *Carpinus betulus* (*Carpinus grandis*), alla *Quercus robur*

Digitized by Google

(*Quercus senogalliensis*), costituisce l'indizio di un minimo termico di 10°-12° C.; ma siccome si riscontrano nella stessa flora generi caratteristici della zona tropicale e subtropicale, come i *Cinnamomum*, le *Cassia*, le *Terminalia* etc., dobbiamo contemporaneamente ammettere un massimo termico di 25° C., risultando perciò nel territorio pianeggiante una media temperatura di circa 18° C., la quale corrisponde appunto alle caratteristiche del clima subtropicale della regione mediterranea ed asiatica e della parte centrale degli Stati Uniti.

Secondo l'Heer (1) la temperatura media del Sinigagliese alla fine del Miocene sarebbe stata di 21°; ma il Massalongo non dubitò di attribuire alla flora dei gessi sarmaziani vari generi di piante attualmente confinate nelle regioni tropicali dell'emisfero australe. Colle rettifiche apportate dal Paolucci alle determinazioni del suddetto paleofitologo anche per il Sinigagliese e per l'Anconetano si giunge a conclusioni identiche a quelle dedotte dallo studio della flora di Polenta.

Ho già avuto occasione di mostrare come nell'Oligocene inferiore dell'Appennino settentrionale (2) la temperatura media della zona pianeggiante in prossimità del mare doveva presumibilmente arrivare a 25° almeno e nell'Oligocene medio (3) tale media si abbassò a circa 20°. Attraverso il Terziario si è venuta, perciò, effettuando una lenta, ma tuttavia sensibile modificazione del clima, la quale necessariamente produsse una graduale modificazione nella Flora. Gli scarsi elementi tropicali, che troviamo dispersi nelle flore del Sarmaziano, e che tendono poi a scomparire del tutto nelle flore dell'Astiano, possono considerarsi come dei residui delle numerose forme del Paleogene, i quali per il progressivo raffreddamento del clima si estinsero o emigrarono più a Sud.

---

(1) HEER. — *Rechèrches sur les climats et la végétation du Pays tertiaire*; pag. 208.

(2) PRINCIPI. — *Le Dicotiledoni fossili del giacimento oligocenico di Santa Giustina*; Mem. del R. Comitato Geologico Vol. VI, 1916.

PRINCIPI. — *Nuovo contributo allo studio delle Tallofite, Pteridofite Gimnosperme e Monocotiledoni del giacimento oligocenico di Santa Giustina e Sassello*; Memorie del R. Com. Geol. Vol. VII, 1921.

(3) PRINCIPI. — *Flora rupeliana del bacino di Bagnasco.*

Digitized by Google

DESCRIZIONE DELLE SPECIE

Tallophyta.

Cl. **Algae.**

Halymenites Forilivii nov. sp.

(Tav. I-II, fig. 1).

Fronde coriacea, fistulosa, caepitosa, partitionibus clavato-obtusis; sporangis ovoideis.

Tallo di consistenza coriacea, suddiviso in lacinie irregolari subcilindriche, affastellate; queste tendono a dilatarsi verso l'apice, il quale si presenta munito di uno sporangio ovoidale di circa mezzo millimetro di lunghezza.

Per la forma e la disposizione degli sporangi l'impronta fossile descritta ricorda alcune Cloroficee e specialmente il genere *Vaucheria.*

Gymnospermae.

Fam. **Coniferae.**

Taxites Eumenidum Mass.

(Tav. I-II, fig. 2).

1859. Taxites Eumenidum. - Massalongo, *Flora fossile del Sinigagliese*, pag. 163, tav. VI, fig. 16, tav. XL, fig. 7.

1870-72. » » - Schimper, *Traité de Paléontologie végétale*, II, pag. 353.

1885. » » - Renault, *Cours de Botanique fossile, Conifères, Gnetacées*, pag. 74.

1891. » » - Schenk in Zittel, *Paléophytologie*, pag. 260.

1893. » » - Peola, *Le Conifere terziarie del Piemonte*, pag. 37.

1893. » » - Meschinelli e Squinabol, *Flora tertiaria italica*, pag. 105.

1900. » » - Peola, *Flora tongriana di Pavone d'Alessandria*, pag. 39.

1901. » » - Peola, *La vegetazione in Piemonte durante l'era terziaria*, pag. 9.

Digitized by Google

Foglie lineari, subsessili, coriacee, munite di una tenue costola mediana e di sottili nervature longitudinali.

Questa specie è stata fino ad ora riscontrata nel Miocene superiore di Sinigaglia e nell' Oligocene superiore di Pavone (Piemonte). Confrontata colla flora mondiale vivente, mostra qualche analogia col *Taxus baccata* L. dell' Europa e dell'Asia media e settentrionale, ma più ancora col *Taxus canadensis* W. dell' America del Nord.

Gingko biloba L.

(Tav. I-II, fig. 3, 4).

1838. GINGKO BILOBA. - Procaccini, *Sulla anatomia delle filliti sinigagliesi*, pag. 209, tav. IV, fig. 3.

1840. SALISBURIA ADIANTOIDES. - Unger, *Genera et species plantarum fossilium*, pag. 392.

1845. » » - Unger, *Synopsis plantarum fossilium*, pag. 211.

1859. » » - Massalongo, *Flora foss. d. Sinigagliese*, pag. 163, tav. I, fig. 1, tav. VI, fig. 18; tav. VII, fig. 2, tav. XXXIX, fig. 12.

1859. » PROCACCINI. - Massalongo, *Fl. foss. d. Sinigagliese*, pag. 165, tav. XXXIX, fig. 1.

? 1868. » ADIANTOIDES. - Heer, *Flora fossilis arctica*, vol. I, pag. 95, 183, tav. II, fig. 1; tav. XLVII, fig. 14.

? 1869. » » - Heer, *Flora fossilis arctica*; vol. II; *Greenland*, pag. 465, tav. XLIV, fig. 1.

non 1869 SALISBURIA SP. - Heer, *Miocene baltische Flora*, pag. 27, tav. III, fig. 15 c, 24.

1870-72. » ADIANTOIDES - Schimper, *Traité*, III, pag. 356.

1874. » » - Heer, *Flora foss. arctica*, vol. III, pag. 15.

1878. » » - Heer, *Flora foss. arctica*; vol. V, *Mioc. Fl. Sachalin*, pag. 21, tav. II, fig. 7-10.

1883. » » - Heer, *Flora foss. arctica*,; vol VII, pag. 57, tav. LXXXVII, fig. 9-12.

1885. » » - Renault, *Cours de Botanique fossile*: *Conifères-Gnetacées*; pag. 56.

Digitized by Google

non 1885 GINGKO ADIANTOIDES. - Lester F. Ward, *Synopsis of the Flora of the Laramie Group*; pag. 549, tav. XXXI, fig. 5, 6.

non 1886 SALISBURIA ADIANTOIDES. - Sacco, *Il piano messiniano nel Piemonte*, pag. 387.

1888. » » - Saporta, *Origine paléontologique des arbres cultivés ou utilisés par l'homme*, pag. 54, fig. 1-4; pag. 55, fig. 1-3.

1891. GINGKO ADIANTOIDES. - Schenk in Zittel, *Paléophytologie*, pag. 255.

1893. SALISBURIA » - Meschinelli e Squinabol, *Flora tertiaria italica*, pag. 106.

1896. » » - Peola, *Florule plioceniche del Piemonte*, pag. 8.

1896. GINGKO » - Sordelli, *Flora fossilis insubrica*, pag. 100, tav. 15, fig. 7.

1901. SALISBURIA » - Peola, *Vegetaz. in Piemonte durante l'era terziaria*, pag. 9.

1908. GINGKO » - Engelhardt e Kinkelin, *Oberpliöcene Flora und Fauna des Untermaintales, insbesonders des Frankfurter Klärbeckens;* pag. 196, tav. 23, fig. 16 a, b; fig. 17 a, b; fig. 18 a-d.

1908. SALISBURIA ADIANTIFOLIA. - Principi, *Contributo alla flora fossile del Sinigagliese;* pag. 7, fig. 1.

1919. GINGKO ADIANTOIDES. - Nathorst, *Tertiär Spitzbergens nebst einer kurzen Uebersicht*; Geologiska foreningens i Stockholm, bd. 41, 23.

1921. » » - Kryshtofovich, *Tertiary Plants from Amagu River Primoskaya Province, discovered by Mr. A. Kuznetsoff*; Records of the Geological Committee of the Russian Far East, n. 15; pag. 5, tav. I, fig. 7.

1921. » » - Kryshtofovich, *Report of the results of studies in Japan in 1919-20*; Records of the Geolog. Comm. of the Russian Far East, n. 13, pag. 2.

1922. » » - Depape, *Recherches sur la flore pliocène de la vallée du Rhone*; Ann. Sc. bot., sér. 10, t. IV, pag. 83.

Digitized by Google

Appartengono a questa specie due frammenti di foglia flabelliforme, con sottili e numerose nervature che si accrescono a ventaglio per successive dicotomie.

Varî residui di foglie e di semi del Terziario superiore dell'Europa, dell'Asia e delle Terre polari artiche, quantunque offrano una assoluta identità cogli organi corrispondenti della *Gingko biloba* L. (= *Salisburia adiantifolia* Smith) vivente nel Nord della Cina e del Giappone, vengono tuttavia separate da quest'ultima forma e riferite ad una specie a sè, indicata col nome di *Gingko* (*Salisburia*) *adiantoides*.

Alquanto diverse dalla specie vivente sono le filliti dell'Eocene dell'isola Mull (Inghilterra ed alcune altre impronte del Paleogene della Groenlandia e del Samland, le quali per la forma della lamina, che si allarga meno rapidamente verso l'alto, offrono maggiori affinità colla *Gingko eocenica* H. e colla *Gingko borealis* H. Anche le filliti dell'Eocene di Laramie, figurate dal Ward come *Gingko adiantoides*, non appartengono a questa specie, ma devono essere riportate alla *Gingko laramiensis* Ward.

Secondo tali criteri la distribuzione cronologica della *Gingko biloba* risulterebbe assai estesa: essa avrebbe fatto la sua comparsa nel Miocene, raggiungendo il massimo della sua diffusione nel Miocene superiore e nel Pliocene. Attualmente occupa un area ristrettissima nel Nord della Cina e nel Giappone, presentandosi assai rara allo stato spontaneo; è quindi una specie in via di estinzione, la quale viene ritardata unicamente per opera dell'uomo. La *Gingko biloba*, infatti, non solo viene coltivata nell'Asia presso le pagode e le tombe, ma fu introdotta nell'Inghilterra nel 1754, venne portata a Milano nel 1770 ed a Montpellier in Francia nel 1788, da dove poi si è estesa nuovamente in varie regioni dell'Europa.

Taxodium distichum-miocenicum Heer.

(Tav. I-II, fig. 5a).

1921. TAXODIUM DISTICHUM-MIOCENICUM. - Principi, *Nuovo contributo allo studio delle Tallofite, Pteridofite* etc., pag. 33 (*con bibliografia e sinonimia*).

1924. » » - Principi, *Flora rupeliana del bacino di Bagnasco*; pag. 10, tav. I, fig. 2.

Digitized by Google

A questa specie si riferisce un frammento, ottimamente conservato, di un ramoscello sterile con foglie lineari, alterne, più o meno parallele tra loro, piane, brevemente picciuolate e fornite di una costola mediana ben delineata.

Il *Taxodium distichum-miocenicum*, che appare nell' Oligocene inferiore, si diffonde grandemente nei terreni del Miocene superiore dell' Italia (Sinigagliese, Anconetano, Cerretello, Gabbro, Guarene, Montecastello di Alessandria), della Svizzera (Oeningen), della Germania (Schossnitz, Heggbach, Senftenberg) e della Jugoslavia (Collane, Caplagrabens).

AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Taxodium distichum* Rich. della Carolina e della Louisiana.

Glyptostrobus europaeus Heer.

1921. GLYPTOSTROBUS EUROPAEUS. - Principi, *Nuovo contributo* etc., pag. 34, *(con bibliografia e sinonimia)*.

1921. » » - Kryshtofovich, *Tertiary Plants from Amagu River Primoskaya Province*; pag. 4, tav. I, fig. 4.

1921. » » - Kryshtofovich, *Some tertiary Plants of Possiet-Bay, Soutern Ussuri District;* Records of the Geol. Comm. of the Russ. Far East, n. 11; pag. 17, tav. I, fig. 4.

1922. » » - Florin, *Zur alttertiären Flora der Südlichen Mandschurei;* Palaeontologia Sinica; pag. 16, tav. III, fig. 37, 38; pag. 21, tav. II, fig. 21-23; tav. III, fig. 27 a, c, e.

1924. » » - Principi, *Flora rupeliana di Bagnasco*; pag. 11, tav. I, fig. 3.

Appartiene a questa specie un rametto sterile con foglie squamiformi, stipate e decorrenti alla base, il quale si presenta strettamente affine a quello già descritto nel Rupeliano di Bagnasco. Mancano del tutto strobili e semi.

Il *Glyptostrobus europaeus*, che appare nel Cretaceo, giungendo sino al Pliocene, si diffonde notevolmente nei terreni del Miocene superiore dell' Italia (Guarene, Sarzanello, Val di

Digitized by Google

Magra, Gabbro, Sinigagliese, Anconetano), della Svizzera (Oeningen, Kapfenstein), della Germania (Senftenberg), dell'Austria (Vienna, Eichkogel), della Francia (Joursac), del Portogallo (Azambuja), della Russia meridionale (Primorskaya) e della Manciuria.

AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Glyptostrobus heterophyllus* Endl. della Cina.

Sequoia Langsdorfi (Brongn.)

(Tav. I-II. fig. 6, 7).

1921. SEQUOIA LANGSDORFI. - Principi, *Nuovo contributo etc.* pag. 35 (*con bibliografia e sinonimia*).

1922. » » - Principi, *Flora messiniana di Polenta*, pag. 6.

1926. » » - Principi, *La flora oligocenica di Chiavon e Salcedo;* Mem. per servire alla descr. della Carta Geol. d'Italia, vol. X; pag. 21, tav. II, fig. 4 (*con bibliografia*).

A questa specie, già da me riscontrata nel Sarmaziano di Polenta, appartengono altri rametti muniti di foglie subcoriacee, lineari, coll'apice ottuso, lievemente decorrenti alla base, dirette verso la parte superiore del ramo ed alquanto affastellate o embriciate.

La *Sequoia Langsdorfi* è diffusa dall'Eocene sino al Pliocene, presentandosi molto abbondante nei terreni del Miocene superiore dell'Italia (Guarene, Stradella, Sarzanello, Formignano, Sarzanello, Sinigagliese, Anconetano), dell'Austria (Breitensee), della Germania (Schossnitz, Senftenberg), della Jugoslavia (Collane), dell'Ungheria (Tokay, Tallya), della Galizia (Szwoszwicze).

AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Sequoia sempervirens* Endl. della California.

Sequoia Couttsiae Heer.

(Tav. I-II, fig. 8, 9, 30).

1924. SEQUOIA COUTTSIAE. - Principi, *Flora rupeliana del bacino di Bagnasco;* pag. 12, tav. I, fig. 4, (*con bibliografia e sinonimia*).

Digitized by Google

Appartengono a questa specie varî rametti con foglie rigide, lineari, lanceolate, subfalcate, squamiformi, acuminate all'apice, munite di una costicina mediana e decorrenti alla base. Esse presentano una lunghezza di 2-4 mm. ed una larghezza di circa $^1/_2$ mm.

La *Sequoia Couttsiae*, che appare per la prima volta nell'Eocene (Bovey Tracey), arriva sino al Miocene superiore, presentandosi assai abbondante nel Sarmaziano dell'Anconetano e del Sinigagliese.

AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Sequoia gigantea* Endl. della California.

Pinus Saturni Ung.

1926. PINUS SATURNI. - Principi, *Flora oligocenica di Chiavon e Salcedo;* pag. 24, tav. II, fig. 2.

Foglie aghiformi di notevole lunghezza, rigide, striate e munite di una nervatura mediana così pronunziata da costituire una specie di carena.

Il *Pinus Saturni*, diffuso dall'Oligocene medio sino al Pliocene, si riscontra nel Miocene superiore dell'Italia (Sinigagliese, Anconetano, Gabbro in Toscana) e della Svizzera (Locle).

AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Pinus patula* Schied. et Deppe del Messico.

Pinus sp. ind.

Pongo sotto questa denominazione generica due frammenti di foglie aghiformi incomplete, striate e congiunte insieme verso la base. L'impronta può avvicinarsi al *Pinus hèpios* Heer (1), ma è troppo incompleta per poterla identificare con sicurezza a questa specie.

Fam. Gnetaceae.

Ephedra (?) sotzkiana (Ung.) Schimp.

1921. EPHEDRA SOTZKIANA. - Principi, *Nuovo contrito etc.*, pag. 39, tav. III, fig. 3 (*con bibliografia e sinonimia*).

(1) HEER, *Flora tertiaria Helvetica*, I, pag. 57, tav. XXI.

Digitized by Google

1924. EPHEDRA SOTZKIANA. - Principi, *Flora rupeliana di Bagnasco*, pag. 14.
1926. » » - Principi, *Flora oligocenica di Chiavon e Salcedo*, pag. 25, tav. IV, fig. 10.

Riferisco a questa specie, avente un valore piuttosto convenzionale, un caule reso appiattito per effetto della fossilizzazione, striato longitudinalmente e fornito di rami opposti. La presenza dell' *Ephedra sotzkiana* è stata rilevata in numerosi giacimenti del Miocene superiore: nel Piemonte (Guarene), in Toscana (Gabbro), nelle Marche (Sinigagliese), nella Svizzera (Oeningen, Locle), e nella Transilvania (Thaleim).

AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Ephedra altissima, Eph. fragilis* dell' Europa meridionale.

Monocotyledoneae.

Fam. **Graminaceae.**

Arundinites Goepperti (Münst.) Principi.

1922. PHRAGMITES OENINGENSIS. - Principi, *Flora messiniana di Polenta*, pag. 6.
1926. ARUNDINITES GOEPPERTI. - Principi, *Flora oligocenica di Chiavon e Salcedo*, pag. 26, tav. I, fig. 10 (*con bibliografia e sinonimia*).

Pongo sotto questa denominazione alcune porzioni di culmi striati e di spessore non molto rilevante, con foglie generalmente piane e larghe, di notevole lunghezza e percorse da numerose nervature longitudinali assai ravvicinate tra loro.

L' *Arundinites Goepperti*, diffuso dall' Eocene sino al Pliocene, si riscontra nel Miocene superiore dell'Italia (Sinigagliese, Anconetano, Cerretello, Guarene, Monte Castello d' Alessandria, Girgenti), della Svizzera (Locle, Oeningen), dell'Austria (Vienna, Zillingsdorf, Neufeld, Eichkogel), dell' Ungheria (Tokay, Erdöbenye) e della Francia (Joursac).

AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Arundo donax* L. dell' Europa meridionale; *Phragmites communis* Tr. dell' Emisfero boreale.

Digitized by Google

Poacites caespitosus Heer.

1855. POACITES CAESPITOSUS. - Heer, *Flora tertiaria Helvetica*, I, pag. 70, tav. XXVI, fig. 1.
1859. LITTORELLA BALDASSARRII. - Massalongo, *Flora foss. d. Sinigagliese*, pag. 126, tav. II, fig. 5.
1866. POACITES CAESPITOSUS. - Ettingshausen, *Foss. Flora v. Bilin*, I, pag. 23, tav. VI, fig. 1.
1870-72. » » - Schimper, *Traité*, II, pag. 399.
1885. » » - Engelhardt, *Tertiäflora d. Jesuitengrabens bei Kundratitz in Nordböhmens*; pag. 312, tav. VIII, fig. 24, 25.
1893. LITTORELLA BALDASSARRII. - Meschinelli e Squinabol, *Flora tert. italica;* pag. 511.
1896. POACITES CAESPITOSUS. - Paolucci, *Piante fossili terziarie dei gessi di Ancona*, pag. 20, tav. II, fig. 20, 20'.

Riferisco a questa specie alcuni resti di foglie di graminacee, i cui caratteri corrispondono a quelli rilevati dall'Heer per le filliti della Svizzera. Le foglie si presentano lineari, larghe circa 3-4 mm. e fornite di 10-12 nervature ineguali.

Ritengo che l'impronta descritta e figurata dal Massalongo come *Littorella Baldassarrii* sia da riportarsi al *Poacites caespitosus*; infatti, come rileva anche il Paolucci, è poco verosimile che le foglie di *Littorella*, molli e succolente, abbiano resistito alla fossilizzazione lasciando delle impronte piuttosto marcate.

Il *Poacites caespitosus* è diffuso nel Miocene medio della Boemia (Sobrussan) e nel Miocene superiore del Sinigagliese, dell'Anconetano e di Oeningen.

AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: gen. *Poa* L., gen. *Festuca* L. dell'Europa.

Fam. Scitaminaceae.

Scitaminophyllum nov. gen.

Folia simplicia; nervo mediano tenui, nervis secundariis sub angulo acuto egredientibus, simplicibus, arcuatis, interstitialibus nullis.

Digitized by Google

Scitaminophyllum renealmiaeforme nov. sp.

(Tav. I-II, fig. 10 a; tav. III-IV, fig. 1).

Foliis tenuibus, lanceolato-ellipticis (?); *nervo mediano stricto, nervis secundariis numerosis, densissime confertis, sub angulo acuto adscendentibus, arcuatis, simplicibus.*

Sotto questa nuova denominazione pongo alcune impronte, che verosimilmente appartengono alla parte superiore di una foglia di Scitaminea, di lieve consistenza, munita di una sottilissima costola mediana, dalla quale si distaccano sotto angoli acuti delle nervature secondarie estremamente tenui e ravvicinate, ricurve e acrodrome.

Per l'aspetto e il decorso delle nervature secondarie le impronte suddette si rassomigliano a quelle dell'Oligocene di Rauschen descritte dall'Heer come *Zingiberites florealis* (1), le quali, tuttavia, si distinguono per avere la costola mediana assai pronunziata. D'altra parte offrono strette analogie per i caratteri nevrali colle foglie della *Globba marantina* L. delle Molucche, dell'*Alpinia mutans* Rosc. delle Indie, ma sopratutto della *Renealmia cinnammomea* Rich. delle Regioni tropicali.

Dicotyledoneae.

Fam. Cupuliferae.

Carpinus grandis Ung.

(Tav. III-IV, fig. 2, 3).

non 1856. CARPINUS GRANDIS. - Heer, *Flora tert. Helvetica*, II, tav. LXXII, fig. 19, 22, 23.
non 1859. » » - Massalongo, *Flora foss. del Sinigagliese*, pag. 208, tav. XXIV, fig. 5.
1869. » OSTRYOIDES. - Heer, *Miocene baltische Flora*, pag. 34, tav. VII, fig. 21.
1870-72. » » - Schimper, *Traité*, II, pag. 592.
1896. » » - Paolucci, *Piante foss. dei gessi d'Ancona*, pag. 36, tav. IV, fig. 36.

(1) HEER, *Miocene baltische Flora*, pag. 30, tav. IV, fig. 7-10.

Digitized by Google

1896. CARPINUS PYRAMIDALIS - Paolucci, *Piante foss. d. gessi di Ancona*, tav. IV, fig. 35 (*escluse le altre figure che si riferiscono al C. pyramidalis*).

1908. » OSTRYOIDES. - Principi, *Contributo alla flora fossile del Sinigagliese*, pag. 8.

1916. » GRANDIS. - Principi, *Le Dicotiledoni foss. d. giacim. olig. di S.ta Giustina*, pag. 17, tav. I, fig. 1, 2, 3, (*con bibliografia e sinonimia*).

1919. » » - Kraüsel, *Die Pflanzen des schlesischen Tertiärs;* pag. 66, tav. 3, fig. 4, 5, 7, 18; tav. 4, fig. 10-16; tav. 5, fig. 3-5, 7, 8; tav. 6, fig. 13; tav. 8, fig. 15, 24; tav. 9, fig. 1, 2, 5, 7 (*con sinonimia*).

Questa specie è stata talora confusa col *Carpinus pyramidalis* (Goepp.), a cui appartengono, infatti, alcune filliti descritte dall' Heer, dal Massalongo e dal Paolucci. Una delle impronte di Polenta presenta quasi una corrispondenza perfetta, sia per la forma della lamina sia per il decorso delle nervature secondarie, con quella riprodotta dal Krausel nella figura 7 della tavola 9 della sua Opera sopra citata; mentre un'altra fillite, presentandosi ovato-ellitica, arrotondata alla base e ridotta all'apice, trova più esatta corrispondenza con alcune foglie illustrate dall' Heer nella *Flora tertiaria italica*.

Al *Carpinus grandis* appartengono anche gli esemplari descritti come *Carpinus ostryoides* Goepp. Le differenze riscontrate fra queste due forme si riducono unicamente alle dimensioni dei denti marginali primari, che in alcune impronte di Schossnitz descritte dal Goeppert appariscono alquanto maggiori di quelle, che si osservano nella specie dell' Unger; ma tale carattere è lungi dall' essere costante e nelle stesse foglie dei *Carpinus* viventi la dentellatura dell' orlo della lamina è soggetta a variare persino nelle foglie appartenenti ad una stessa pianta.

Il *Carpinus grandis*, che dall' Oligocene inferiore permane sino al Pliocene, è notevolmente diffuso nei terreni del Miocene superiore dell' Italia (Guarene, Stradella, Gabbro, Sinigagliese, Anconetano), della Svizzera (Berlingen), della Francia (Joursac),

Digitized by Google

della Germania (Schossnitz, Gossendorf), dell'Ungheria (Szánto) e della Galizia (Szwoszowicze).

AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Carpinus betulus* L. dell'Europa orientale e dell'Asia occidentale.

Carpinus pyramidalis (Goepp.) Heer.

1922. CARPINUS PYRAMIDALIS. - Principi, *Flora messiniana di Polenta*, pag. 6, tav. I, fig. 1.

Di questa specie esiste unicamente l'esemplare da me descritto nel primo contributo allo studio della Flora di Polenta.

Fagus Antipofi (Abich) Heer.

(Tav. I-II, fig. 11).

1916. FAGUS ANTIPOFI. - Principi, *Le Dicotiledoni foss. del giacim. olig. di S.ta Giustina*; pag. 29, tav. I, fig. 9, 10 (*con bibliografia e sinonimia*).

1919. » ATTENUATA. - Reichenbach, *Coniferen und Fagaceen* (in Kraüsel, *Die Pflanzen des schlesischen Tertiärs*); pag. 123, tav. 11, fig. 4, 5; tav. 12, fig. 22 (*esclusi i sinonimi*).

1922. » ANTIPOFI. - Principi, *Flora messiniana di Polenta;* pag. 8.

Questa specie presenta un polimorfismo assai accentuato: le sue foglie, infatti, possono essere a margine intero, o appena ondulato, o lievemente sinuoso, od anche più o meno dentellato. Nelle impronte di Polenta il contorno della lamina apparisce sempre integro o con qualche leggerissima sinuosità.

Il *Fagus Antipofi*, diffuso dall'Oligocene inferiore sino al Pliocene, è presente nei terreni del Miocene superiore di Stradella, del Sinigagliese, dell'Anconetano e di Schossnitz nella Slesia.

AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Fagus ferruginea* Ait. dell'America settentrionale.

Digitized by Google

Fagus dentata Goepp.

1922. FAGUS DENTATA. - Principi, *Flora messiniana di Polenta*, pag. 8 (*con bibliografia e sinonimia*).

A questa specie appartiene un'altra impronta, avente gli stessi caratteri di quella, già da me riscontrata nel giacimento di Polenta.

Il Reichenbach divide le filliti riferite dal Goeppert al *Fagus dentata* in due gruppi: il primo lo attribuisce al *Fagus attenuata* Goepp., che io ritengo sinonimo del *Fagus Antipofi* Ab.; il secondo alla *Castanea atavia* Ung., con cui identifico la *Castanea recognita* Schimp.

Ho avuto già occasione di accennare come il *Fagus dentata* presenta varie somiglianze colla *Castanea recognita* (= *atavia* Ung.), dalla quale, tuttavia, si distingue per avere la lamina più largamente ovata e fornita costantemente di un minor numero di nervature secondarie. L'impronta di Schossnitz riprodotta dal Goeppert nella fig. 11 della tav. V della *Flora v. Schossnitz*, che io ho escluso dalla sinonimia del *Fagus dentata*, deve sicuramente riportarsi per la conformazione del lembo e per il decorso dei nervi secondarî al *Fagus Antipofi*.

Il *Fagus dentata* è diffuso dal Miocene medio sino al Pliocene e trova nella flora attuale il suo termine di paragone nel *Fagus ferruginea* Ait. dell'America settentrionale.

Castanea atavia Ung.

1922. CASTANEA RECOGNITA. - Principi, *Flora messiniana di Polenta*; pag. 9, tav. I, fig. 2.

1924. » » - Principi, *Flora rupeliana del bacino di Bagnasco*, pag. 16 (*con bibliografia e sinonimia*).

Questa specie è da identificare colla *Castanea recognita*, la cui presenza è stata da me già rilevata nel giacimento di Polenta. Essa è rappresentata da foglie oblunghe, coll'orlo fornito di denti piuttosto pronunziati e con numerose nervature secondarie per lo più rettilinee e fuoriuscenti dalla costola sotto angoli acuti.

Digitized by Google

La *Castanea atavia* è diffusa dall' Eocene sino al Pliocene, mostrandosi abbondante nei terreni del Miocene superiore del Piemonte (Guarene), della Lombardia (Stradella), della Toscana (Gabbro, Cava della Maestà), delle Marche (Sinigagliese, Anconetano), e della Germania (Senftenberg).

AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Castanea vaesca* Gaertn. dell' Europa e dell' Asia occidentale.

Castanea Kubinyi Kov.

(Tav. I-II, fig 12; tav. III-IV, fig. 4).

1859. CASTANEA OMBONII. - Massalongo, *Flora foss. d. Sinigagliese*, pag. 200, tav. XXXIII, fig. 4, tav. XLII, fig. 8.
1870-72 » » - Schimper, *Traité*, II, pag. 613.
1874. » » - Capellini, *La formazione gessosa di Castellina Marittima ed i suoi fossili*; pag. 53, tav. V, fig. 2.
1893. » » - Meschinelli e Squinabol, *Flora tertiaria italica*, pag. 206.
1896. » » - Paolucci, *Piante foss. terz. dei gessi d' Ancona*, pag. 44, tav. VI, fig. 45.
1916. » KUBINYI. - Principi, *Le Dicotiledoni fossili di S.ta Giustina*; pag. 23, tav. II, fig. 8, (*con bibliografia e sinonimia*).

Foglie lanceolate, subarrotondate alla base e col margine dentato; le nervature secondarie, 9-11 per lato, si distaccano dalla costola mediana con angoli di circa 45° e presentano un decorso quasi rettilineo.

Nella descrizione delle Dicotiledoni fossili di Santa Giustina accennai come alla specie del Kovats dovessero probabilmente riferirsi anche le filliti illustrate dal Massalongo come *Castanea Ombonii* e *Castanea Tornabenii*; ma mentre la prima di queste due forme deve essere senz'altro identificata colla *Castanea Kubinyi*, la *Castanea Tornabenii*, invece, trova più esatta corrispondenza, per il contorno della lamina e per i caratteri della nervatura, colla *Castanea atavia* Ung. Il carattere più importante rilevato dal Massalongo e dal Paolucci per la *Castanea Ombonii*, consistente nella forma sinuosa del

Digitized by Google

margine fra dente e dente, in modo che ognuno di questi sorge fra una curva convessa inferiore ed un seno concavo superiore, si riscontra pure distintamente in alcune foglie di *Castanea Kubinyi*.

La *Castanea Kubinyi*, che appare nell' Oligocene inferiore, si diffonde notevolmente nel Miocene superiore del Piemonte (Guarene), della Lombardia (Stradella), della Toscana (Senese), delle Marche (Anconetano, Sinigagliese), della Germania (Schossnitz), dell' Austria (Gleichenberg), dell'Ungheria (Tokay) e della Jugoslavia (Caplagrabens).

AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Castanea vulgaris* L. dell'Europa.

Quercus chlorophylla Ung.

(Tav. III-IV, fig. 9).

1916. QUERCUS CHLOROPHYLLA. - Principi, *Le Dicotiledoni fossili di S.ta Giustina;* pag. 31, tav. IV, fig. 6; tav. VI, fig. 11; tav. VII, fig. 1, 4, 5, (*con bibliografia e sinonimia*).

1926. » » - Principi, *Flora oligocenica di Chiavon e Salcedo;* pag. 38 (*con sinonimia*).

Foglia coriacea, oblunga, col margine intero e munita di picciuolo assai spesso. La costola mediana è robusta e da essa si distaccano delle nervature sottili ed ascendenti.

La *Quercus chlorophylla*, che appare nell' Eocene giungendo sino al Pliocene, è diffusa nel Miocene superiore del Piemonte (Guarene), delle Marche (Anconetano, Sinigagliese), della Sicilia (Girgenti) e della Svizzera (Albis, Oeningen).

AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Quercus virens* Ait. del Texas.

Quercus drymeja Ung.

(Tav. III-IV, fig. 5).

1916. QUERCUS DRYMEJA. - Principi, *Le Dicotiledoni foss. di S.ta Giustina*; pag. 30, tav. VI, fig. 2, 3 (*con bibliografia e sinonimia*).

1921. » » - Principi, *Synopsis Flora olig. di Chiavon e Salcedo*, pag. 12.

Digitized by Google

Foglia lanceolata, col margine dentato; i nervi secondari sono opposti, ricurvi, subparalleli e si distaccano dalla costola mediana con angoli di circa 45°.

La *Quercus drymeja* è una specie poco ben definita ed assai probabilmente comprende forme differenti riferibili allo stesso genere (*Quercus etymodrys*, Ung., *Q. Nimrodis* Ung., *Q. Sprengeli* H.), come pure ad altri generi più o meno affini (*Myrica*, *Castanea* etc.).

La *Quercus drymeja*, che si estende dall'Eocene sino al Pliocene, è diffusa nel Miocene superiore dell'Italia (Guarene, Grignasco, Stradella, Anconetano), della Francia (Joursac) e della Svizzera (Oeningen).

Secondo Unger la specie vivente, che offrirebbe le maggiori analogie col fossile in questione, è la *Quercus xalapensis* Humb. del Messico; altra forma attuale, che può essere paragonata colla *Quercus drymeja*, è la *Quercus Libani* Oliv. della Siria. Queste affinità, che si riscontrano in regioni così disparate, dipendono verosimilmente dal fatto che la specie terziaria si è estinta senza lasciare discendenti nettamente riconoscibili.

Quercus etymodrys Ung.

(Tav. I-II, fig. 13 a; tav. III-IV, fig. 6).

1916. QUERCUS ETYMODRYS. - Principi, *Le Dicotiledoni fossili del giacim. di S.ta Giustina*; pag. 29, tav. VI, fig. 12 (*con bibliografia e sinonimia*).

1922. » » - Principi, *Flora messiniana di Polenta*, pag. 10, tav. I, fig. 3.

Questa specie è rappresentata da varie impronte fogliari oblunghe, talora assai sviluppate nel senso della larghezza, col margine fornito di grossi denti piuttosto ottusi, colla costola mediana discretamente robusta e le nervature secondarie rettilinee, parallele, alterne od opposte, e originantisi sotto angoli di circa 45°.

La *Quercus etymodrys* compare nell'Eocene e giunge sino al Pliocene, presentandosi notevolmente diffusa nei terreni del Miocene superiore dell'Italia (Stradella, Montemassi, Cerretello, Anconetano, Sinigagliese, Marazzana) e della Germania (Gleichenberg).

AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Quercus prinoides* W. dell'America settentrionale.

Digitized by Google

Quercus proteifolia Paol.

(Tav. I-II, fig. 14, 15).

1916. QUERCUS PROTEIFOLIA. - Principi, *Le Dicotiledoni foss. d. giacim. di S.ta Giustina*; pag. 38, tav. VII, fig. 3; tav. V, fig. 4 (*con bibliografia*).

1922. » » - Principi, *Flora messiniana di Polenta*, pag. 11.

Di questa specie ho riscontrato altre impronte, alcune delle quali si presentano perfettamente corrispondenti a quella riprodotta dal Massalongo come *Quercus Cornaliae* nella fig. 4 della tav. XXV della sua Flora fossile del Sinigagliese, mentre altre si possono identificare colle filliti attribuite dallo stesso Autore alla *Quercus etymodrys* var. *entelea* (tav. XXII-XXIII, fig. 10, 11, 12).

Il carattere più saliente della *Quercus proteifolia*, per cui essa viene facilmente distinta dalla *Quercus etymodrys*, consiste nel decorso delle nervature secondarie subdeflesse e parallele-divergenti.

La *Quercus proteifolia* è sopratutto diffusa nel Sarmaziano del Sinigagliese e dell'Anconetano.

AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Quercus robur* L. dell'Europa.

Quercus (?) Scarabellii Mass.

1922. QUERCUS (?) SCARABELLII. - Principi, *Flora messiniana di Polenta*, pag. 10.

Di questa specie esiste unicamente l'esemplare già da me precedentemente descritto.

Quercus senogalliensis Mass.

(Tav. III-IV, fig. 7, 8).

1859. QUERCUS SENOGALLIENSIS. - Massalongo, *Flora fossile del Sinigagliese*; pag. 184, tav. XXII-XXIII, fig. 9.

1859. » CARDANII var. LATIFOLIA. - Massalongo, *Flora foss. del Sinigagliese*; pag. 183, tav. XXII-XXIII, fig. 13; tav. XLII, fig. 13.

Digitized by Google

1869. QUERCUS FURUHJELMI. - Heer, *Flora foss. Alaska*; pag. 32, tav. V, fig. 10; tav. VI, fig. 1, 2.
1870-72. » » - Schimper, *Traité*; II, pag. 652.
1870-72. » SENOGALLIENSIS. - Schimper, *Traité*; II, pag. 653.
1874. » » - Capellini, *La formazione gessosa di Castellina Marittima ed i suoi fossili*; pag. 48, tav. IV, fig. 9.
1874. » CARDANII var. LATIFOLIA. - Capellini, *Op. cit.* pag. 44, tav. IV, fig. 1.
1893. » » var. LATIFOLIA. - Meschinelli e Squinabol, *Flora tertiaria italica*; pag. 212.
1893. » SENOGALLIENSIS. - Meschinelli e Squinabol, *Op. cit.*, pag. 228.
1895. » CARDANII var. LATIFOLIA. — Peola, *Flora fossile Braidese*, pag. 28.
1896. » GROENLANDICA. - Paolucci, *Piante fossili dei gessi di Ancona*; pag. 49, tav. VII, fig. 50, 51.
1901. » CARDANII var. LATIFOLIA. — Peola, *Vegetaz. in Piemonte d. l'era terz.*, pag. 14.

Foglie di notevoli dimensioni, ellittiche, col margine lobulato-dentato e coi lobi ottusi o alquanto arrotondati. La costola mediana è molto robusta e da essa si distaccano con angoli ascellari di circa 45° delle nervature secondarie alterne, parallele e subdivergenti.

Il Paolucci identifica colla *Quercus groenlandica* le filliti riferite dal Massalongo alla *Quercus senogalliensis* ed alla *Quercus Cardanii* var. *latifolia*; ma se queste due ultime forme devono essere riunite, rimangono, tuttavia, distinte dalla suddetta specie dall'Heer, caratterizzata dalla diversa conformazione dei lobi, che spesso assumono l'aspetto di denti, e dal numero maggiore di nervature secondarie. Corrispondono, invece, alle filliti sinigagliesi le impronte dell'Alaska descritte dall'Heer come *Quercus Furuhjelmi*.

La *Quercus senogalliensis* è stata riscontrata nel Miocene superiore di Cerretello, dell'Anconetano, del Sinigagliese e nel Miocene dell'Alaska (Baia degli Inglesi).

AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Quercus prinos L.* e *Q. macrocarpa* Michx. dell'America settentrionale; *Quercus robur* L. dell'Europa.

Digitized by Google

Fam. **Juglandaceae.**

Juglans acuminata Al. Br.

(Tav. I-II, fig. 5 b).

1916. JUGLANS ACUMINATA. - Principi, *Le Dicotiledoni foss. d. giacim. di S.ta Giustina*; pag. 39, tav. VII, fig. 13; tav. VIII, fig. 1-5; tav. XI, fig. 2 (*con bibliografia e sinonimia*).

Questa specie, rappresentata nel giacimento di Polenta da alcune impronte corrispondenti a delle foglioline ovato-lanceolate e coi margini lievemente ondulati, è diffusissima nei terreni del Miocene superiore dell'Italia (Guarene, Stradella, Sarzanello, Gabbro, Sinigagliese, Anconetano), della Svizzera (Oeningen), dell'Austria (Gleichenberg, Eichkogel presso Mödling), dell'Ungheria (Tokay, Erdöbenye, Szánto) e della Jugoslavia (Caplagrabens).

AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Juglans regia* L. della Grecia e dell'Asia Minore.

Juglans Plancoana Mass.

(Tav. I-II, fig. 16).

1859. JUGLANS PLANCOANA. - Massalongo, *Flora foss. del Sinigagliese*; pag. 391, tav. X-XI, fig. 3;
1874. » » - Schimper, *Traité*, III, pag. 247.
1893. » » - Meschinelli e Squinabol, *Flora tert. italica*, pag. 237.

Fogliolina di notevoli dimensioni, di consistenza coriacea e col margine intero; la costola mediana è assai robusta e da essa si distaccano con angoli di 40-45° delle nervature secondarie camptodrome, rettilinee o leggermente sinuose, alterne od opposte, le quali in prossimità dell'orlo laminare si biforcano dando origine ad una serie di archi anastomotici.

Questa specie è assai affine alla *Juglans acuminata* Al. Br. var. *latifolia* Heer, da cui differisce unicamente per il decorso delle nervature secondarie, che nella forma del Massalongo si originano con angoli molto meno aperti.

Digitized by Google

La *Juglans Plancoana* era stata fin ad ora riscontrata unicamente nel Sarmaziano del Sinigagliese.

AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Juglans regia* L. della Grecia e dell'Asia Minore.

Pterocarya castaneaefolia (Goepp.) Menzel.

(Tav. III-IV, fig. 10, 17).

1855. SALIX CASTANEAEFOLIA. - Goeppert, *Tert. Flora von Schossnitz*, pag. 27, tav. XVIII, fig. 15-18.
1855. MYRICA SALICIFOLIA. - Goeppert, *Tert. Flora v. Schossnitz*; pag. 9, tav. XIV, fig. 25-26.
1855. SALIX LINGULATA. - Goeppert, *Tert. Flora v. Schossnitz*; pag. 27, tav. XVIII, fig. 15 17.
1855. SALIX INAEQUILATERA. - Goeppert, *Tert. Flora v. Schossnitz*; pag. 27, tav. XXI, fig. 6.
1855. MYRICA CARPINIFOLIA. - Goeppert, *Tert. Flora v. Schossnitz*; tav. XIV, fig. 30.
1858. PTEROCARYA MASSALONGOI. - Gaudin, *Feuilles fossiles de la Toscane*; pag. 40, tav. VIII, fig. 1-6; tav. IX, fig. 2.
1859. FRAXINUS INAEQUALIS. - Massalongo, *Flora foss. d. Sinigagliese*; pag. 284, tav. XXXIV, fig. 17.
1859. JUGLANS STOPPANII. - Massalongo, *Flora foss. d. Sinigagliese*; pag. 398, tav. XXXIV, fig. 4.
1865. PTEROCARYA MASSALONGOI. - Sismonda, *Matériaux pour servir à la Paléontologie du terrain tertiaire du Piémont*; pag. 66, tav. XII, fig. 6; tav. XXIII, fig. 7.
1870-72 SALIX CASTANEAEFOLIA. - Schimper, *Traité*, II, pag. 678.
1870-72. » LINGULATA. - Schimper, *Traité*. II, pag. 678.
1874. JUGLANS STOPPANII. - Schimper, *Traité*, III, pag. 249.
1893. » » - Meschinelli e Squinabol, *Flora tert. italica*, pag. 237.
1893. PTEROCARYA MASSALONGOI. - Meschinelli e Squinabol, *Flora tert. italica*, pag. 242.
1894. » » - Engelhardt, *Flora aus den unteren Paludinenschichten des Caplagrabens bei Podvin*; pag. 200, tav. IX, fig. 4, 16.

Digitized by Google

1896. PTEROCARYA DENTICULATA. - Paolucci, *Piante fossili di Ancona*, pag. 137, tav. XXII, fig. 164 (*esclusi i sinonimi*).

1896. » MASSALONGOI. - Peola, *Flora fossile dell' Astigiano*, pag. 12.

1899. » » - Peola, *Flora messiniana di Guarene*, pag. 13.

1901. » » - Peola, *Vegetazione in Piemonte dur. l' era terziaria*, pag. 14.

1906. » CASTANEAEFOLIA. - Menzel, *Flora der Senftenberger Braunkohlen Ablagerung*; pag. 27.

1912. » MASSALONGOI. - Kryshtofovich, *Tert. und posttert. Flora in sud Russland.*

1916. » » - Principi, *Dicotiledoni fossili di S.ta Giustina*; pag. 48, tav. XIV, fig. 4.

1919. » CASTANEAEFOLIA. - Meyer, *Salicaceen, Aceraceen und die übrigen nachgewiesenen Pflanzenreste* (in Kraüsel, *Die Pflanzen desschlesischen Tertiärs;* pag. 160, tav. 25, fig. 5, 7).

1920. » » - Kraüsel, *Nachträge zur Tertiärflora Schlesiens*; III, *Ueber einige Originale Goeppert' s und neuere Funde;* pag. 392, tav. 7, fig. 4, 9; tav. 14, fig. 4, 5.

Riferisco a questa specie alcune impronte di foglioline subfalcate, oblungo-lanceolate e col margine minutamente denticolato; le nervature secondarie, che si distaccano dalla costola mediana con angoli assai aperti, sono esili, arcuate, flessuose e si anastomizzano verso il margine in una rete venosa minutissima.

Il Goeppert stabilì varie forme di *Salix* e di *Myrica* su alcune filliti, che differiscono tra loro unicamente per lo sviluppo della lamina nel senso della lunghezza e per la dentellatura marginale più o meno fitta, mentre offrono strettissime affinità per i caratteri nevrali colla *Pterocarya fraxinifolia* (Lm). Spach. vivente nell' Europa SE e nell' Asia Minore.

Il Paolucci identifica la *Pterocarya Massalongoi* del Gaudin alla *Pterocarya denticulata* Heer. Io ebbi già occasione di dimostrare come queste due specie non possono essere confuse insieme per la diversa forma del lembo delle foglioline e per

Digitized by Google

il diverso numero delle nervature secondarie. Piuttosto le foglioline della specie del Gaudin presentano strettissime affinità colla *Pterocarya castaneaefolia*, alla quale devono essere riferite anche alcune impronte del Sinigagliese descritte dal Massalongo come *Juglans Stoppanii* e come *Faxinus inaequalis*.

La *Pterocarya castaneaefolia*, che compare nell'Oligocene inferiore, si presenta assai diffusa nei terreni del Miocene superiore del Piemonte (Guarene), delle Marche (Sinigagliese, Anconetano) e della Slesia (Senftenberg-Schossnitz).

Fam. **Myricaceae.**

Myrica lignitum (Ung.) Sap.

(Tav. III-IV, fig. 11).

1916. MYRICA LIGNITUM. - Principi, *Le Dicotiledoni foss. del giacim. olig. di S.ta Giustina;* pag. 54, tav. XVI, fig. 3, 4; tav. XVII, fig. 8 (*con bibliografia e sinonimia*).

1926. » » - Principi, *La Flora oligocenica di Chiavon e Salcedo;* pag. 47, tav. V, fig. 18.

Foglia coriacea, accartocciata, oblungo-lanceolata e col margine intero; le nervature secondarie esili e camptodrome si distaccano dalla costola mediana con angoli molto aperti e si congiungono presso il margine, mediante ripetute anastomosi, in una rete venosa tenuissima.

Questa specie compare nell'Eocene e si diffonde sino al Miocene superiore della Svizzera (Locle, Oeningen) e della Galizia (Szwoszowicze).

AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Myrica pennsylvanica* Lm. dell'America settentrionale.

Fam. **Betulaceae.**

Betula prisca Ettings.

(Tav. I-II, fig. 17; tav. III-IV, fig. 12, 13).

1852. CARPINUS BETULOIDES. - Unger, *Iconographia plantarum fossilium*; pag. 40, tav. 20, fig. 6-8.

Digitized by Google

1852. BETULA PRISCA. - Ettingshausen, *Fossile Pflanzenreste aus dem trachytischen Sandstein von Heiligenkreuz bei Kremnitz*; pag. 5, tav. I, fig. 3.

1853. » » - Ettingshausen, *Fossile Flora von Wien*; pag. 11, tav. I, fig. 17,

1853. » » - Ettingshausen, *Beiträg zur Kenntniss der fossile Flora von Tokay*; pag. 194.

1853. CARPINUS BETULOIDES. - Massalongo, *Plantae fossiles novae in format. tert. reg. Veneti*; pag. 24.

1855. BETULA PRISCA. - Goeppert, *Die tertiäre Flora von Schossnitz*; pag. 11, tav. III, fig. 11, 12.

1855. » SUBTRIANGULARIS. - Goeppert, *Die tertiäre Flora von Schossnitz*; pag. 10, tav. III, fig. 2.

1859. » PRISCA. - Gaudin, *Contributions à la Flore fossile italienne*; VI, pag. 12, tav. II, fig. 10.

1859. » » - Massalongo, *Flora fossile del Sinigagliese*; pag. 172, tav. XXXVI, fig. 9.

1866. » » - Ettingshausen, *Fossile Flora von Bilin*; pag. 44, tav. XIV, fig. 14-16.

1867. » » - Stur, *Beiträge zur Kenntniss der Flora der Süsswasserquarze in Wiener und ungarischen Becken*; pag. 152.

1867. CARPINUS BETULOIDES. - Unger, *Fossile Flora von Kumi*; pag. 24, tav. III, fig. 23-27; tav. IX, fig. 1-9.

1868. BETULA PRISCA. - Heer, *Flora fossilis arctica*; pag. 148, tav. XXV, fig. 20-25, 9 a; tav. XXVI, fig. 1 b, c.

1869. » » - Heer, *Flora fossilis alaskana*; pag. 28, tav. V, fig. 3-6.

1869. » » - Heer, *Miocene baltische Flora*, pag. 70, tav. XVIII, fig. 8-15.

1870. » » - Engelhardt, *Die Flora der Braunkohlenformation in Sachsen*; pag. 16, tav. III, fig. 19-21.

1870-72. » » - Schimper, *Traité*, II, pag. 567.

1870-72. » SUBTRIANGULARIS. - Schimper, *Traité*, II, pag. 568.

1870-72. CARPINUS BETULOIDES. - Schimper, *Traité*, II, pag. 593.

1871. BETULA PRISCA. - Ettingshausen, *Fossile Flora von Sagor*, I, pag. 176.

Digitized by Google

1876. Betula prisca. - Engelhardt, *Tertiärpflanzen aus dem Leitmeritzer Mittelgebirge;* pag. 374, tav. V, fig. 3-6.

1885. » » - Engelhardt, *Die Tertiärflora des Jesuitengrabens bei Kundratitz*; pag. 316, tav. IX, fig. 22.

1885. » » - Lester F. Ward, *Synopsis of the Flora of the Laramie Group;* pag. 551, tav. XL, fig. 1.

1888. » » - Ettingshausen, *Fossile Flora von Leoben*; pag. 285, tav. II, fig. 13-14.

1891. » » - Schenk in Zittel, *Paléophytologie*, pag. 405, fig. 259 (1, 3, 4).

1893. » » - Meschinelli e Squinabol, *Flora tert. italica*, pag. 255.

1893. Carpinus betuloides. - Meschinelli e Squinabol, *Flora tert. italica*, pag. 196.

1902. Betula prisca. - Engelhardt, *Ueber tertiärpflanzen von Himmelsberg bei Fulda;* pag. 270.

1903. » » - Marty, *Flore miocène de Joursac (Cantal)*; pag. 24, tav. II, fig. 3, 4, 6.

1908. » » - Lauby, *Découverte de plantes fossiles dans les terrains volcaniques de l'Aubrac*, pag. 2.

1914. » » - Engelhardt u. Schottler, *Tert. Kieselgur v. Altenschlirf in Vogelsberg.*

1919. » » - Reimann, *Betulaceen und Ulmaceen* (in Kräusel, *Die Pflanzen des schlesischen Tertiärs*); pag. 37, tav. I, fig. 3-5; tav. 2, fig. 12-14; tav. 3, fig. 6.

1921. Carpinus betuloides. - Principi, *Synopsis della Flora oligocenica di Chiavon e Salcedo;* pag. 11.

Foglie membranacee, ovato-ellittiche, coi margini muniti di piccoli denti acuti ed ineguali.

Generalmente le nervature secondarie inferiori sono opposte, mentre le altre superiori sono per lo più alterne; la distanza tra queste nervature e gli angoli, sotto cui esse si distaccano, tendono a variare in rapporto alle dimensioni ed alla forma della lamina. I nervi secondari sono craspedodromi ed il primo paio inferiore fornisce le nervature ai primi denti. I

Digitized by Google

nervi terziari si presentano ora diritti ora più o meno ricurvi e danno origine ad una rete a maglie con lati paralleli, suddivise alla lor volta da ramificazioni esilissime ed appena visibili.

È assai difficile la separazione delle specie e dei generi nella famiglia delle Betulacee coi soli caratteri offerti dalle foglie; perciò varie specie fossili di *Betula* e di *Alnus* hanno un valore assai relativo.

Indubbiamente a questa specie dell'Ettingshausen devono riportarsi le foglie descritte dal Goeppert come *Betula subtriangularis;* essa offre pure strette analogie colla *Betula subpubescens* Goepp. (= *B. crenata* Goepp.) e con alcune foglie di *Alnus Kefersteini* (Goepp.) Ung., specialmente quelle che sono state attribuite all'*Alnus gracilis* Ung. (1)

L'Ettingshausen considera come sinonimo della *Betula prisca* anche l'*Alnus similis* Goepp. (2), ma, per il contorno della lamina e per la forma della dentellatura, quest'ultimo è più verosimilmente da riferirsi alla *Betula subpubescens* Goepp.

Per il decorso delle nervature secondarie e l'aspetto generale della lamina ritengo che colla specie ora descritta debba anche identificarsi il *Carpinus betuloides* Ung., il quale a torto da alcuni Autori è stato riunito all'*Alnus Sporadum* Ung., di Kumi, le cui foglie hanno i margini interi o sinuosi e privi di qualsiasi dentellatura.

Alla *Betula prisca* possono ravvicinarsi, infine, le piccole foglie della *Betula heterodonta* Newberry (3), le quali differiscono dalla forma dell'Ettingshausen unicamente per presentare dei denti marginali alquanto diversi tra loro.

A questa specie appartengono probabilmente alcune impronte di amenti maschili, cilindrici, peduncolati e raggiungenti una lunghezza di circa 5 cm.

La *Betula prisca* è diffusa nell'Oligocene inferiore di Rixhöft (Germania), nell'Oligocene medio di Chiavon nel Vicentino, nell'Oligocene superiore dell'Austria (Sagor, Savine, Bachschichte, Trifail) e della Boemia (Bilin, Priesen, Kundra-

(1) PRINCIPI, *Flora rupeliana del bacino di Bagnasco*, pag. 25.

(2) GOEPPERT, *Die-tertiäre Flora von Schossnitz*, pag. 13, tav. 4, fig. 5.

(3) NEWBERRY, *The later extinct Floras of North America*; edited by Hollich; 1898; pag. 64, tav. XLIV, fig. 1-4; tav. XLV, fig. 1, 6.

Digitized by Google

titz), nel Miocene inferiore di Himmelsberg (Germania) e di Kumi (Grecia); nel Miocene medio di Leoben, di Radoboj, di Vogelsberg e dell'Aubrac (Panouval); nel Miocene superiore del Sinigagliese, di Vienna, di Schossnitz e di Joursac (Cantal); nel Pliocene della Toscana (Gaville, Avane) e nel Pleistocene della stessa regione (Poggio a Montone). È stata riscontrata pure nei terreni cenozoici dell'Islanda (Sandafell, Husawick, Brjamslaek), dello Spitzberg e dell'Alaska (Neuiltschik).

AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Betula Bojpalthra* Wall. dell'Imalaia; *Betula fruticosa* Pall. della Siberia e del Tibet.

Fam. **Salicaceae.**

Salix Brauni Engel.

(Tav. III-IV, fig. 14).

1921. SALIX BRAUNI. - Principi, *Flora rupeliana del bacino di Bagnasco*, pag. 29.

1926. » » - Principi, *Flora oligocenica di Chiavon e Salcedo*, pag. 50.

Foglia lanceolato-lineare, di consistenza membranacea; la costola mediana è diritta, sottile e ben delineata, e da essa si distaccano delle nervature secondarie esilissime e ricurve.

Questa specie, che comprende tutte le forme descritte come *Salix angusta* Al. Br., *Salix longa* Al. Br., *Salix tenera* Al. Br. e *Salix media* Heer, compare nell'Oligocene inferiore, diffondendosi notevolmente nei terreni del Miocene superiore dell'Italia (Guarene, Stradella, Cerretello, Sinigagliese, Anconetano), della Svizzera (Oeningen, Locle) e dell'Austria (Günzburg).

AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Salix viminalis* L. dell'Europa e dell'Asia.

Populus attenuata Al. Br.

(Tav. I-II, fig. 18).

1926. POPULUS ATTENUATA. - Principi, *Flora oligocenica di Chiavon e Salcedo*; pag. 52 (*con bibliografia e sinonimia*).

Foglia subarrotondata, col margine fornito di grossi denti per lo più ottusi; le nervature primarie sono tre, di cui le due

Digitized by Google

laterali presentano la medesima consistenza dei nervi secondari della mediana.

Il *Populus attenuata* differisce del *Populus latior* Al. Br. (1) per la forma delle foglie, che in quest'ultima specie sono quasi sempre più larghe che lunghe ed hanno costantemente cinque nervature principali.

Esso appare nell'Oligocene medio e si propaga sino al Miocene superiore (Anconetano, Oeningen, Erdöbénye).

AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Populus nigra* L. dell'Europa.

Populus mutabilis Heer.

1922. POPULUS MUTABILIS. - Principi, *Flora messiniana di Polenta*, pag. 11.

Esiste solo l'esemplare già descritto nell'Op. cit.

Fam. Urticaceae.

Planera Ungeri (Kov.) Ett.

(Tav. I-II, fig. 19 a)

1916. PLANERA UNGERI. - Principi, *Le Dicotiledoni foss. d. giacim. di S.ta Giustina*; pag. 69, tav. XXIII, fig. 5-7 (*con bibliografia e sinonimia*).

1922. » » - Principi, *Flora messiniana di Polenta*, pag. 12.

1926. » » - Principi, *Flora oligocenica di Chiavon e Salcedo*; pag. 53; tav. V, fig. 20; tav. VI, fig. 12; tav. VII, fig. 5-7.

Questa specie, già da me riscontrata nel giacimento di Polenta, è rappresentata da varie altre impronte costituite da foglie per lo più ovali, ma offrenti un certo grado di polimorfismo, col margine munito di denti assai pronunziati e colle nervature secondarie craspedodrome.

AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Planera aquatica* Gml. dell'America settentrionale.

(1) SCHIMPER, *Traité*, pag. 681.

Digitized by Google

Ulmus antiqua Paol.

(Tav. I-II, fig. 20; tav. III-IV, fig. 15, 27).

1847. Ulmus Bronni. - Unger, *Chloris protogaea*; pag. 100, tav. XXVI, fig. 1-3.

1847. » plurinervia. - Unger, *Chloris protogaea*; pag. 95, tav. XXV, fig. 1-4.

1852 » wimmeriana. - Goeppert, *Beiträge zur Tertiärflora Schlesiens;* pag. 276, tav. XXXV, fig. 6.

1852. » parvifolia. - Unger, *Iconographia plantarum fossilium*, tav. XX, fig. 21.

1853. » plurinervia. - Ettingshausen, *Fossile Flora von Wien*, pag. 15.

1853. Quercus Serra. - Massalongo, *Prodromus florae fossilis senogalliensis*, pag. 16, tav. III, fig. 15.

1854. Ulmus plurinervia. - Unger, *Fossile Flora von Gleichenberg*, tav. IV, fig. 3, 4.

1855. » carpinoides. Goeppert, *Fossile Flora von Schossnitz;* pag. 29, tav. XIII, fig. 4-6 (escluse le altre figure appartenenti all' *Alnus longifolia*).

1855. » elegans. - Goeppert, *Fossile Fl. von Schossnitz*; pag. 30, tav. XIV, fig. 7-9.

1855. » urticaefolia. - Goeppert, *Foss. Fl. von Schossnitz;* pag. 30, tav. XIV, fig. 2, 3.

1855. » minuta. - Goeppert, *Foss. Fl. v. Schossnitz;* pag. 31, tav. XIV, fig. 12-14.

1855. » quadrans. - Goeppert, *Foss. Fl. v. Schossnitz*; pag. 30, tav. XIV, fig. 4-6.

1855. » dentata. - Goeppert, *Foss. Fl. v. Schossnitz;* pag. 31, tav. XIV, fig. 11.

1856. » minuta. - Heer, *Flora tertiaria Helvetica*, II, pag. 59, tav. LXXIX, fig. 9-13.

1856. » wimmeriana. - Heer, *Flora tert. Helv.*, II; pag. 58, tav. LXXIX, fig. 7, 8.

1856. » Brauni. - Heer, *Flora tert. Helv.*, II; pag. 59, tav. LXXIX, fig. 14-21.

1856. » Bronni. - Heer, *Flora tert. Helv.*, II; pag. 58, tav. LXXIX, fig. 5, 6.

Digitized by Google

1856. ULMUS MASSALONGII. - Heer, *Flora tert. Helv.*, II, pag. 58. tav. LXXIX, fig. 22.

1956. » PLURINERVIA. - Weber u. Wessel, *Neuer Beitrag z. Tertiärflora d. nied. Braunkohlenformation*; pag. 137, tav. XXIII, fig. 4, 6.

1858. » MINUTA. - Gaudin e Strozzi, *Mémoire sur quelques gisements de feuilles fossiles de la Toscane*; pag. 33, tav. III, fig. 7, 8.

1859. » » - Heer, *Flora tert. Helv.*, II; pag. 181, tav. CLI, fig. 30.

1859. » » - Massalongo, *Flora foss. d. Sinigagliese*; pag. 215, tav. XXXVIII, fig. 20.

1859. » ELEGANS. - Massalongo, *Flora foss. d. Sinigagliese*; pag. 213, tav. XXI, fig. 25.

1859. » SAMNIORUM. - Massalongo, *Flora foss. d. Sinigagliese*; pag. 214, tav. XXI, fig. 9.

1859. » PRISCA. - Massalongo, *Flora foss. d. Sinigagliese*; pag. 212, tav. XXI, fig. 8.

1859. » BRAUNI. - Heer, *Flora tert. Helv.*, III, pag. 181, tav. CLI, fig. 31.

1859. » » - Gaudin e Strozzi, *Contributions à la Flore fossile italienne*; II *Mémoire*; pag. 47, tav. III, fig. 3, 9.

1859. » » - Ludwig, *Die fossilen Pflanzen in der Wetterauer Tertiärformation*; pag. 105, tav. XXXVIII, fig. 5-7.

1859. » BRONNI. - Gaudin e Strozzi, *Contrib. à la Fl. foss. ital.*; II *Mém.*; pag. 47, tav. III.

1859. » PLURINERVIA. - Ludwig, *Foss. Pflanzen a. d. ältesten Abtheil. der Rheinisch-Wetterauer-Braunkohle*; pag. 105, tav. XXXVIII, fig. 1-4.

1859. » » - Massalongo, *Flora foss. d. Sinigagliese*; pag. 214, tav. XXI, fig. 20.

1859. - MASSALONGII. - Massalongo, *Flora foss. d. Sinigagliese*: pag. 215.

1863. » BRONNI. - Andrae, *Die tert. Flora Siebenburgens und d. Banates*; pag. 17, tav. I, fig. 5.

1863. » PLURINERVIA. - Andrae, *Die tert. Fl. Siebenb. u. d. Banates*; pag. 18, tav. I, fig. 6.

Digitized by Google

1865. ULMUS BRAUNI. - Sismonda, *Matériaux p. servir à la paléont. d. terr. tert. du Piémont*; pag. 47, tav. XIX, fig. 4.
1865. » BRONNI. - Saporta, *Études sur la végétation du S-E de la France;* pag. 262, tav. VI, fig. 6.
1865. » » - Sismonda, *Matériaux* etc.; pag. 48, tav. XVII, fig. 7.
1865. » PLURINERVIA. - Saporta, *Études* etc., pag. 238.
1866. » MINUTA. - Ettingshausen, *Fl. v. Bilin*, I; pag. 64, tav. XVIII, fig. 21, 22.
1866. » BRAUNI. - Ettingshausen, *Fl. v. Bilin*, I; pag. 64, tav. XVIII, fig. 23-26.
1866. » BRONNI. - Ettingshausen, *Fl. v. Bilin*, I, pag. 62, tav. XVII, fig. 9, 10; tav. XVIII, fig. 1-6.
1866. » PLURINERVIA. - Ettingshausen, *Fl. v. Bilin*, I; pag. 63, tav. XVIII, fig. 12, 13.
1869. » » - Heer, *Flora fossilis alaskana*; pag. 34, tav. V, fig. 1.
1869. » BRAUNI. - Ettingshausen, *Beiträge zur Kenntniss der Tertiärflora Steiermarks;* pag. 36.
1869. » BRONNI. - Ettingshausen, *Beitr. z. Kenntn. d. Tert. fl. Steiermarks*; pag. 36, tav. II, fig. 6.
1870-72. » WIMMERIANA. Schimper, *Traité*, II, pag. 722.
1870-72. » MINUTA. Schimper, *Traité*, II, pag. 720.
1870-72. » ELEGANS. - Schimper, *Traité*, II, pag. 723.
1870-72. » SAMNIORUM. - Schimper, *Traité*, II, pag. 214, tav. XXI, fig. 9.
1870-72. » BRAUNI. - Schimper, *Traité*, II, pag. 724.
1870-72. » BRONNI. - Schimper, *Traité*, II, pag. 719.
1870-72. » PLURINERVIA. - Schimper, *Traité*, II, pag. 719.
1870-72. » MASSALONGII. - Schimper, *Traité*, II, pag. 719.
1871. » BRONNI. - Ettingshausen, *Fossile Flora v. Sagor*, I, pag. 181.
1871. » BRAUNI. - Ettingshausen, *Foss. Fl. v. Sagor*, I, pag. 181.
1871. » PURINERVIA. - Ettingshausen, *Foss. Fl. v. Sagor*, I, pag. 181.
1874. » » - Heer, *Flora Grönland*, II, pag. 93, tav. 89. fig. 8.

Digitized by Google

1876. ULMUS BRONNI. - Engelhardt, *Tertiärpflanzen aus dem Leitmeritzer Mittelgebirge*; pag. 377, tav. V, fig. 13.

1878. » PLURINERVIA. - Heer, *Miocene Flora der Insel Sachalin;* pag. 39, tav. X, fig. 3, 4.

1878. » » - Heer, *Beiträge zur mioc. Flora v. Sachalin*; pag. 8, tav. 3, fig. 4, 5.

1885. » MINUTA. - Engelhardt, *Tertiärflora d. Jesuitengrabens bei Kundratitz*; pag. 322, tav. X, fig. 20, 22.

1885. » BRONNI. - Engelhardt, *Tertiärflora d. Jesuitengrabens* etc.; pag. 321, tav. X, fig. 10-14.

1885. » PLURINERVIA. - Engelhardt, *Tertiärflora d. Jesuitengrabens* etc.; pag. 321, tav. VIII, fig. 4.

1885. » BRAUNI. - Engelhardt, *Tertiärflora d. Jesuitengrabens* etc.; pag. 322, tav. X, fig. 32; tav. XI, fig. 11-13, 15.

1888. » » - Ettingshausen, *Fossile Flora v. Leoben*, pag. 295.

1888. » BRONNI. - Ettingshausen, *Foss. Fl. v. Leoben*, pag. 295.

1888. » » - Cavara, *Sulla flora fossile di Mongardino*; pag. 47, tav. II, fig. 15, 20.

? 1889. » BRAUNI. - Meschinelli, *Studio sulla flora fossile di Monte Piano*, pag. 15.

1891. » MINUTA. - Schenk in Zittel, *Paléophytologie*, pag. 459, fig. 280 (7).

1891 » BRAUNI. - Schenk in Zittel, *Paléophytologie*, pag. 459, fig. 280. (3-4).

1891. » BRONNI. - Schenk in Zittel, *Paléophytologie*, pag. 459, fig. 280 (1-2).

1891. » PLURINERVIA. - Schenk in Zittel, *Paléophytologie*, pag. 460, fig. 280 (5-6).

1891. » » - Engelhardt, *Bosnische Tertiärpflanzen*; pag. 86, tav. 5, fig. 1.

1891. » » - Engelhardt, *Flora d. über Braunkohlen befindl. Tertiärschichten von Dux*; pag. 161, tav. 6, fig. 22.

1893. » ELEGANS. - Meschinelli e Squinabol, *Flora tert. italica*, pag. 277.

1893. » MINUTA. - Meschinelli e Squinabol, *Flora tert. italica*, pag. 278.

Digitized by Google

1893. Ulmus Samniorum. - Meschinelli e Squinabol, *Flora tert. italica*, pag. 280.
1893. » Brauni. - Meschinelli e Squinabol, *Flora tert. italica*, pag. 276.
1893. » Bronni. - Meschinelli e Squinabol, *Flora tert. italica*, pag. 277.
1893. » plurinervia. - Meschinelli e Squinabol, *Flora tert. italica*, pag. 279.
1893. » Massalongoi. - Meschinelli e Squinabol, *Flora tert. italica*, pag. 278.
1894. » plurinervia. - Engelhardt, *Flora aus den unter. Paludinenschichten des Caplagrabens bei Podvin*; pag. 180, tav. I, fig. 16-18; tav. II, fig. 11.
1895. » » - Peola, *Flora fossile Braidese*, pag. 46.
1895. » Bronni. - Peola, *Flora foss. Braidese*, pag. 46.
1895. » Samniorum. - Peola, *Flora foss. Braidese*, pag. 46.
1896. » antiqua. - Paolucci, *Piante foss. terz. d. gessi di Ancona;* pag. 73, tav. XII, fig. 84-87; tav. XIII, fig. 88, 89.
1899. » Bronni. - Peola, *Flora messiniana di Guarene*, pag. 17.
1899. » Brauni. - Peola, *Flora mess. di Guarene*, pag. 17.
1901. » » - Peola, *Vegetaz. in Piemonte durante l'era terziaria*, pag. 16.
1901. » Bronni. - Peola, *Vegetaz. in Piemonte d. l'era terz.*, pag. 16.
1901. » Samniorum. - Peola, *Vegetaz. in Piemonte d. l'era terz.*, pag. 16.
1908. » Brauni. - Laurent, *Flore plaisancienne des argiles cineritiques de Niac (Cantal)*; pag. 37, tav. V, fig. 2, 3.
1908. » minuta. - Engelhardt, *Oberpliocäne Flora u. Fauna des Untermaintales, insbesonders des Frankfurter Klärbeckens*; pag. 242, tav. 31, fig. 6.
1911. » Bronni. - Engelhardt, *Ueber tertiäre Pflanzenreste von Flörsheim*, pag. 335, tav. 38, fig. 10.
1912. » Brauni. - Laurent, *Flore fossile des schistes de Menat*, pag. 108.

Digitized by Google

1919. ULMUS CARPINOIDES. - Reimann, *Betulaceen und Ulmaceen* (in Kraüsel, *Pflanzen d. schles. Tertiärs*); pag. 83, tav. 5, fig. 2; tav. 6, fig. 11; tav. 7, fig. 5, 10; tav. 8, fig. 13, 14, 16-23; tav. 9, fig. 3, 4, 6, 11, 12; tav. 10, fig. 13.

1920. » » - Kräusel, *Nachträge z. Tertiärflora Schlesiens*; III, *Ueber einige Originale Goeppert's und neuere Funde*, pag. 399, tav. 6, fig. 7, 8; tav. 12, fig. 5.

Le foglie di questa specie sono caratterizzate da un accentuato polimorfismo, per cui esse ora si mostrano ovato-ellittiche, colla base asimmetrica e col margine denticolato (tipo dell'*Ulmus Bronni*); ora oblungo-ovato coll'apice acuto, col margine munito di seghettatura duplicata e colle nervature secondarie per lo più semplici e originantisi sotto angoli acuti (tipo dell'*Ulmus carpinoides*); ora con numerose nervature secondarie raramente biforcate (tipo dell'*Ulmus plurinervia*); ora colla base fortemente asimmetrica e colla lamina ellittico-cuoriforme munita lungo il margine di denti assai pronunziati (tipo dell'*Ulmus minuta* e dell'*Ulmus Brauni*); ora colla lamina ridotta all'apice ed alla base, col margine doppiamente seghettato e con numerose nervature semplici e rettilinee (tipo dell'*Ulmus Samniorum*); ora ovato-lanceolate colla base cuoriforme, col margine avente una seghettatura duplicata e con numerose nervature secondarie (tipo dell'*Ulmus Wimmeriana*).

Tale variabilità nei caratteri fogliari spiega il grande numero di specie istituite dai vari Autori, le quali, però, devono essere riunite sotto una sola denominazione, giacchè anche nell'*Ulmus campestris* attuale le foglie si presentano singolarmente mutevoli. Infatti esse si possono presentare nella stessa pianta, e perfino nello stesso ramo, ovate, bislunghe od anche lanceolate, colla seghettatura marginale semplice o duplicata, colla base simmetrica, ora asimmetrica; le nervature secondarie, poi, oltre ad apparire in numero variabile, si mostrano talvolta biforcate. La stessa variabilità si riscontra pure nei frutti.

Ho creduto, quindi, opportuno comprendere sotto il nome di *Ulmus antiqua*, già stabilito dal Paolucci, numerose filliti interpretate fino ad ora come specie distinte, non escludendo che altre forme fossili di *Ulmus* possano pure identificarsi colla specie in questione.

Digitized by Google

Una delle impronte di Polenta per la sua forma ovato-lanceolata viene a costituire un termine di passaggio all' *Ulmus longifolia* Ung. (1), col quale il Reimann identifica l' *Ulmus pyramidalis* Goepp., da me, invece, riferito, secondo i concetti dell' Heer, al genere *Carpinus* (2).

L'*Ulmus antiqua* è diffuso nell' Oligocene inferiore di Menat (Francia); nell' Oligocene medio di Flörsheim (Germania) e di Aix (Francia); nell' Oligocene superiore di Priesen, Holaikluk, Kundratitz (Boemia), di M. Piano (Vicentino); di Salzhausen, Hessenbrucken e Bonn (Germania); di Armissan (Francia); di Sagor, Savine, Bachschichte (Austria); nel Miocene medio di Parschlug e Leoben (Austria), e di Petit Mont, Croisette, Lausanne (Svizzera); nel Miocene superiore di Guarene (Piemonte), dell' Anconetano e del Sinigagliese (Marche); di Oeningen (Svizzera), di Gleichenberg (Austria), di Schossnitz (Germania), di Caplagrabens (Jugoslavia) e di Thaleim (Transilvania); nel Pliocene di Bra (Piemonte), di Mongardino (Romagna), di S. Venanzo in Maranello (Modenese), di Montaione e del Valdarno (Toscana); di Niac (Francia). La sua presenza è stata riscontrata anche nei terreni cenozoici dell' Alaska, dell' isola di Sachalin e della Groenlandia.

— Affinità colla flora vivente: *Ulmus campestris* L.; *Ulmus effusa* Wild. dell' Europa e dell' Asia occidentale.

Fam. **Lauraceae.**

Laurus princeps Heer.

(Tav. III-IV, fig. 16).

1859. Terminalia Hernicorum. - Massalongo, *Flora foss. d. Sinigagliese*; pag. 405, tav. XXVIII, fig. 8; tav. XLV, fig. 17.

1916. Laurus princeps. - Principi, *Le Dicotiledoni foss. del giacim. di S.ta Giustina*; pag. 100, tav. XLVI, fig. 4; tav. XLVIII, fig. 2 (*con bibliografia e sinonimia*).

1922. Terminalia pannonica. - Principi, *Flora messiniana di Polenta*, pag. 15.

(1) Unger, *Chloris protogaea*; pag. 101, tav. XXVI, fig. 5.

(2) Principi, *Flora messiniana di Polenta*, pag. 6.

Digitized by Google

All'elenco dei sinonimi di questa specie devesi aggiungere anche la *Terminalia Hernicorum* identificata dallo Schimper alla *Terminalia pannonica* Ung., ma da cui differisce sensibilmente sia per la forma della lamina, sia per il numero e il decorso delle nervature secondarie. La lamina, infatti, nella specie del Massalongo è lanceolata-acuminata, anzichè oblungo-ellittica e presenta delle nervature secondarie tenuissime, non parallele, inequidistanti, sparse, ascendenti e congiunte fra loro da nervetti appena visibili.

L'impronta di Polenta presa quì in esame, coincide perfettamente colla figura 8 data dal Massalongo nella tavola XXVIII della Op. cit., allontanandosi alquanto da altre impronte di *Laurus princeps* per i nervi secondari nascenti sotto un angolo più acuto e maggiormente sviluppati in lunghezza. Alla stessa specie appartiene pure la fillite che io altra volta riferii alla *Terminalia pannonica* Ung.

Il *Laurus princeps* si estende dall'Oligocene inferiore sino al Pliocene, diffondendosi notevolmente nel Miocene superiore del Piemonte (Guarene), della Lombardia (Stradella), della Toscana (Cerretello), delle Marche (Sinigagliese, Anconetano), della Svizzera (Oeningen, Schrotzburg, Teufen, Locle), e della Jugoslavia (Caplagrabens).

— AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Laurus canariensis* Web. delle Isole Canarie e Madera.

Laurus tristaniaefolia Web.

(Tav. III-IV, fig. 18).

1916. LAURUS TRISTANIAEFOLIA. - Principi, *Le Dicotiledoni foss. d. giacim. di S.ta Giustina*; pag. 98, tav. XLVIII, fig. 6 (*con bibliografia e sinonimia*).

Foglia di consistenza membranacea, lanceolata, ridotta alla base e col margine intero. La costola mediana, robusta verso il picciuolo, va assottigliandosi notevolmente in prossimità dell'apice e da essa si distaccano con angoli assai aperti delle nervature secondarie sottilissime, parallele, arcuate e congiunte appena fra loro verso l'orlo della lamina.

Il *Laurus tristaniaefolia*, che compare nell'Oligocene inferiore, è diffuso nei terreni del Miocene superiore del Piemonte (Guarene) e delle Marche (Sinigagliese).

— AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: gen. *Laurus*.

Digitized by Google

Cinnamomum lanceolatum Heer.

1916. CINNAMOMUM LANCEOLATUM. Principi, *Le Dicotiledoni foss. d. giacim. di S.ta Giustina;* pag. 115; tav. LII, fig. 5; tav. LIII, fig. 6 (*con bibliografia e sinonimia*).

1924. » » - Principi, *Flora rupeliana del bacino di Bagnasco*, pag. 31.

Frammento di foglia lineare lanceolata, colle due nervature laterali decorrenti parallelamente al margine laminare.

Il *Cinnamomum lanceolatum*, che dall' Eocene si propaga sino al Pliocene, appare assai diffuso nei terreni del Miocene superiore del Piemonte (Guarene), della Toscana (Gabbro), delle Marche (Sinigagliese, Anconetano); della Svizzera (Albis); dell' Austria (Eger); della Germania (Eichelskopf) e della Galizia (Szwoszowicze).

— AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Cinnamomum aromaticum* Nees; *C. eucaliptoides* Nees delle Indie.

Cinnamomum polymorphum (Al. Br.) Heer.

(Tav. III-IV, fig. 19).

1924. CINNAMOMUM POLYMORPHUM. - Principi, *Flora rupeliana del bacino di Bagnasco;* pag. 31 (*con bibliografia e sinonimia*).

1926. » » - Principi, *Flora oligocenica di Chiavon e Salcedo*; pag. 61.

Come già feci rilevare nella descrizione della Flora di Bagnasco, a questa specie devono essere riferite anche le filliti descritte come *Cinnamomum Scheuchzeri* Heer, poichè tutti i diversi aspetti, che la lamina assume nelle due forme ritenute distinte dall' Heer, si riscontrano non di rado nelle foglie del vivente *Cinnamomum camphora* L.

Il *Cinnamomum polymorphum* è diffuso dal Cretaceo sino al Pliocene, presentandosi molto abbondante nei terreni del Miocene superiore dell' Italia (Guarene, Stradella, Sarzanello, Tossignano sul Santerno, Sinigagliese, Anconetano), della Svizzera (Oeningen, Schrotzburg, Berlingen, Albis), dell' Austria (Wien: Breitensee e Hernals), della Germania Biberach, Heg-

Digitized by Google

gbach), dell' Ungheria (Bodos), della Jugoslavia (Caplagrabens), della Galizia (Szwoszowicze) e del Portogallo (Azambuja).

— AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Cinnamomum camphora* L. della Cina e del Giappone.

Oreodaphne Heeri Gaud.

(Tav. I-II, fig. 21).

1858. OREODAPHNE HEERI. - Gaudin e Strozzi, *Feuilles fossiles de la Toscane;* pag. 35, tav. X, fig. 4, 9; tav. XI, fig. 1, 7.

1859. LAURUS OREODAPHNIFOLIA. - Massalongo, *Flora foss. del Sinigagliese;* pag. 254, tav. XXXV, fig. 11.

1916. OREODAPHNE HEERI. - Principi, *Dicotiledoni foss. d. giacim. di S.ta Giustina;* pag. 120, tav. LIV, fig. 7, 8 (*con bibliografia*).

Foglia coriacea, ellittica, oblunga, fornita di una costola mediana robusta e sporgente verso la pagina inferiore e di nervature secondarie ben rilevate, delle quali le due inferiori fuoriescono con angoli più acuti e si spingono fino alla metà della lamina.

Il Massalongo separò dalla specie del Gaudin l' impronta di Sinigaglia, da lui denominata *Laurus oreodaphnifolia*, poichè in quest' ultima le nervature secondarie sono tutte alterne e le due inferiori nascono assai più vicine alla base che nell' *Oreodaphne Heeri*. Ma su tali differenze non può assolutamente venire basata una separazione specifica; infatti in quasi tutti i *Laurus* viventi e nell' *Oreodaphne foetens*, con cui la specie fossile in questione può venire paragonata, le foglie mostrano indifferentemente le nervature secondarie ora alterne, ora opposte e nella stessa pianta, accanto a foglie con nervature tutte alterne, ne esistono altre con nervi opposti.

L' *Oreodaphne Heeri*, che dall' Eocene si diffonde sino al Pliocene, si riscontra con particolare frequenza nei terreni del Miocene superiore (Guarene, Stradella, Gabbro, Sinigagliese, Caplagrabens).

— AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Oreodaphne foetens* Ait. delle Isole Canarie e Madera.

Digitized by Google

Fam. **Hypericaceae.**

Hypericum (?) **tragoides** Mass.

(Tav. I-II, fig. 22; tav. III-IV, fig. 20).

1859. HYPERICUM TRAGOIDES. - Massalongo, *Flora fossile del Sinigagliese;* pag. 323, tav. XXXIII, fig. 10; tav. XLIV, fig. 3.

1893. » » - Meschinelli e Squinabol, *Flora tertiaria italica,* pag. 327.

Foglia ovato-oblunga, arrotondata alla base, coi margini interi e di consistenza coriacea. La costola mediana è ben delineata, mentre le nervature secondarie sono esilissime, inserite a breve distanza l'una dall'altra, irregolari e congiunte ad arco presso l'orlo della lamina. Tra di esse si riscontrano numerosi nervi abbreviati, che si anastomizzano coi nervi terziari, confondendosi spesso con questi.

L'impronta descritta corrisponde esattamente alla fillite di Sinigaglia, che il Massalongo distinse col nome di *Hypericum tragoides*. Se tale riferimento generico della foglia fossile non appare del tutto inverosimile, date le strette analogie, che essa offre colle foglie dell'*Hypericum hircinum* L. vivente nell'Italia e nella Grecia, è ben lungi dal presentare un valore positivo. Infatti numerose sono le specie viventi e fossili, che presentano gli stessi caratteri nevrali, specialmente tra le Leguminose, come ad esempio il *Pterocarpus australianus* End., *Machaerium muticum* Benth., *Stiphnolobium japonicum* Schott.

Accolgo, quindi, la denominazione del Massalongo non essendomi stato possibile determinare l'impronta con maggiore approssimazione di quanto fece il suddetto paleontologo.

L'*Hypericum tragoides* è stato fino ad ora riscontrato unicamente nel Sarmaziano di Sinigaglia.

Fam. **Tiliaceae.**

Tilia Mastajana Mass.

1859. TILIA MASTAJANA. - Massalongo, *Flora foss. del Sinigagliese;* pag. 322; tav. XXXIV, fig. 14; tav. XXXIX, fig. 7; tav. XLII, fig. 5.

Digitized by Google

1869. TILIA LIGNITUM. - Ettingshausen, *Fossile Flora v. Bilin*, III; tav. XLII, fig. 6.
1874. » MASTAJANA. - Schimper, *Traité*, II, pag. 117.
1893. » » - Meschinelli e Squinabol, *Flora tert. italica*, pag. 329.

Appartiene a questa specie una brattea di forma ellittica allungata, colla base lievemente cuoriforme e colla costola mediana piuttosto pronunziata, dalla quale si distaccano dei nervi secondari, esilissimi e ramificati, con angoli, che tendono a diventare sempre più aperti, procedendo dalla base verso l'apice.

Verso la parte inferiore della brattea si scorgono le tracce del sottile peduncolo, che doveva reggere la pseudo-ombrella dell'infiorescenza.

Il fatto che il peduncolo della pseudo-ombrella prenda origine quasi alla base della brattea, invece che alla metà di essa o poco al disotto, come avviene nei Tigli viventi, si verifica anche nella *Tilia lignitum* Ett. del Miocene inferiore di Schichow, la cui brattea presenta, inoltre, la medesima forma ed i medesimi caratteri nevrali osservabili nella specie del Massalongo. Ritengo, quindi, che l'impronta di Schichow, rappresentata dalla figura 6 della tavola XLII della Flora di Bilin, sia da identificare colla *Tilia Mastajana*, mentre la foglia, che l'Ettingshausen riferisce alla stessa specie, appartiene probabilmente alla *Grewia tiliacea* Ung.

— AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Tilia europaea* L.; *Tilia parvifolia* Vent. dell'Europa centrale e meridionale.

Fam. Aceraceae.

Acer controversum Paol.

(Tav. III-IV, fig. 21).

1922. ACER CONTROVERSUM. - Principi, *Flora messiniana di Polenta*; pag. 12, tav. I, fig. 4.

Foglia palmatinervia, trilobata, coi lobi lievemente acuminati e interi lungo il margine.

Questa specie, che comprende l'*Acer integrilobum* Heer e l'*Acer decipiens* Br., compare nell'Oligocene superiore, ma si diffonde specialmente nel Miocene superiore.

— AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Acer campestris* L., *Acer monspessulanum* L. dell'Europa.

Digitized by Google

Acer integerrimum (Viv.) Mass.

(Tav. I-II, fig. 23).

1833. Acerites integerrimus. - Viviani, *Sur les restes de plantes fossiles trouvés dans les gypses tertiaires de Stradella près Parie.*

1856. Acer trachytichum. - Kóvats, *Fossile Flora v. Erdöbénye;* pag. 32, tav. VII, fig. 1, 2.

1859. » integerrimum. - Massalongo, *Flora foss. d. Sinigagliese;* pag. 341, tav. XVIII, fig. 3.

1859. » » - Gaudin e Strozzi, *Contributions à la flore fossile italienne*; 6e mèm., pag. 20, tav. IV, fig. 7.

1859. Liquidambar Scarabellianum. - Massalongo, *Flora foss. d. Sinigagliese ;* pag. 239, tav. XV, fig. 7; tav. XX, fig. 1 ; tav. XXXVIII, fig. 7.

1874. Acer integerrimum. - Schimper, *Traité*, III, pag. 139.

1893. » » - Meschinelli e Squinabol, *Flora tert. italica*, pag. 349.

1896. » » - Paolucci, *Piante fossili terziarie dei gessi d'Ancona*; pag. 115, tav. XIX, fig. 141.

1908. » » - Principi, *Contributo alla flora fossile del Sinigagliese*, pag. 25.

Foglia palmata, costituita da cinque lobi a margine intero: i tre mediani si presentano molto sviluppati in lunghezza, dando origine ad un seno acuto; mentre i due lobi esterni sono assai più ridotti e fanno quasi un angolo retto coi precedenti.

Le filliti, descritte dal Massalongo come *Liquidambar Scarabellianum*, devono essere identificate coll' *Acer integerrimum* sia per la forma della lamina palmato-lobata, sia per il numero e la conformazione dei lobi.

Nel mio elenco delle specie fossili del Miocene superiore di Stradella (1) non appare l'*Acer integerrimum*, poichè considerai l'*Acerites integerrimus* figurato dal Viviani come un si-

(1) Principi, *Contributo alla flora messiniana di Stradella*; Riv. ital. di Paleontologia, 1914.

Digitized by Google

nonimo dell'*Acer decipiens* Al. Br., non essendo infrequente vedere anche negli Aceri attuali, specialmente nell'*Acer campestre* L., foglie con cinque lobi accanto ad altre trilobe.

Ma le spiccate affinità, che si riscontrano tra le impronte riferite all'*Acer integerrimum* e le foglie del vivente *Acer Lobelii* Ten. — varietà dell'*Acer platanoides* L. — mi persuadono a ritenere distinta la specie del Viviani. A questa, secondo lo Schimper, dovrebbe essere riferito anche il frutto descritto da Andrae sotto il nome di *Acer sepultum* (1).

L'*Acer integerrimum* è stato riscontrato nel Miocene superiore dell'Italia (Stradella, Sinigagliese, Anconetano), della Stiria (Freiberg), dell'Ungheria (Erdöbènye) e della Galizia (Swoszowicze) e nei travertini quaternari di Val d'Era in Toscana.

Acer trilobatum Al. Br.

(Tav. I-II, fig. 24).

1826. PHYLLITES TRILOBATUS. - Sternberg, *Versuch einer geogn. - botan. Darstellung der Flora Vorwelt*; pag. 42, tav. L, fig. 2.

1833. ACER . - Viviani, *Sur les restes des plantes fossiles trouvés dans le gypses tertiaires de Stradella*; pag. 131, tav. IX, fig. 5.

1845. ACER TRILOBATUM. - Braun Al., *Fossil. Pflanzen von Oeningen*, pag. 172.

1845. » TRICUSPIDATUM. - Braun Al., *Foss. Pflanz. v. Oeningen*, pag. 172.

1845. » PRODUCTUM. - Braun Al., *Foss. Pflanz. v. Oeningen*, pag. 172.

1847. » TRILOBATUM. - Unger, *Chloris protogaea*; pag. 130, tav. XLI, fig. 1-8.

1847. » PRODUCTUM. - Unger, *Chloris protogaea*; pag. 131, tav. XLII, fig. 1-9.

1847. » VITIFOLIUM. - Unger, *Chloris protogaea*; pag. 133, tav. XLIII, fig. 10, 11.

(1) ANDRAE, *Die tertiäre Flora Siebenbürgens und Banates*, 1863; pag. 21, tav. II, fig. 9, 10.

Digitized by Google

1847. ACER PEGASINUM. - Unger, *Chloris protogaea*; pag. 135, tav. XLIV, fig. 2-4.

1847. » MEGALOPTERYX. - Unger, *Chloris protogaea*; pag. 135, tav. XLIV, fig. 8.

1850. » TRILOBATUM. - Unger, *Genera et species plantarum foss lium*, pag. 450.

1850. » TRICUSPIDATUM. - Unger, *Genera et species* etc., pag. 450.

1850. » PRODUCTUM. - Unger, *Gen. et sp.*, pag. 451.

1850. » PATENS. - Unger, *Gen. et sp.*, pag. 451.

1850. » MEGALOPTERYX. - Unger, *Gen. et sp.*, pag. 451.

1850. » PEGASINUM. - Unger, *Gen. et sp.*, pag. 452 (*frutto*).

1851. » PATENS. - Braun Al., *Verzeichn. d. foss. Pflanzen v. Oeningen*, pag. 84.

1851. » PROTENSUM. - Braun Al., *Verzeichn.* etc., pag. 84.

1851. » PRODUCTUM. - Massalongo, *Sopra le piante fossili del Vicentino*, pag. 188.

1852. » TRILOBATUM. - Ettingshausen, *Beitrag. z. kenntniss d. foss. Flora v. Wildshuth*; pag. 48.

1852. » » - Weber, *Die tertiärflora d. niederr. Braunkohlenformation*; pag. 195.

1854. » » - Ettingshausen, *Beitrag. z. kenntniss d. foss. Flora v. Tokay*; pag. 808.

1854. » » - Unger, *Die foss. Flora v. Gleichenberg*; pag. 180, tav. V, fig. 10.

1854. » AFFINE. - Massalongo, *Prodromus Florae fossilis senogalliensis*; pag. 20, tav. III, fig. 5.

1854. LIQUIDAMBAR » - Massalongo, *Prodromus* etc., pag. 20.

1856. ACER TRILOBATUM. - Kováts, *Die fossile Flora von Erdőbénye*, pag. 6.

1859. » HEERI var. PRODUCTUM. - Massalongo, *Flora foss. d. Sinigagliese*; tav. XII, fig. 5 (*escluse le altre figure*).

1859. » HEERI var. TRICUSPIDATUM. - Massalongo, *Flora foss. d. Sinigagliese*; tav. XVIII, fig. 1 (*escluse le altre figure*).

1859. » PSEUDOCRETICUM. - Massalongo, *Flora foss. d. Sinigagliese*; pag. 339, tav. XV-XVI, fig. 9; tav. XIX, fig. 6; tav. XX, fig. 5.

1859. » TRILOBATUM. Heer, - *Flora tert. Helv.*, III; pag. 47; tav. CXIV-CXV; fig. 11, 12 (*è incerto*

Digitized by Google

se le altre figure appartengano alla stessa specie).

1859. ACER AFFINE. - Massalongo, *Fl. foss. d. Sinigagliese*, pag. 329.

1859. » BRACHYPHYLLUM. - Heer, *Fl. tert. Helv.*, III; pag. 56, tav. CXII, fig. 10-13.

1865. » TRILOBATUM. - Sismonda, *Matériaux* etc., pag. 59, tav. XVIII, fig. 2; tav. XX, fig. 2.

1866. » MEGALOPTERYX. - Unger, *Sylloge plantarum fossilium*, III; pag. 47, tav. XV, fig. 6.

1866. » PEGASINUM. - Unger, *Sylloge* etc., pag. 47, tav. XV, fig. 7.

1867. » TRILOBATUM. - Unger, *Die foss. Flora von Kumi*; pag. 73, tav. XII, fig. 21, 29, 30.

1867. » » - Saporta, *Études* etc., III, pag. 101.

1867. » » - Stur, *Beitr. z. kenntn. d. Flora d. Süsswasserquarze* etc., pag. 178.

1868. » » - Ettingshausen, *Die foss. Flora d. Wetterau*; pag. 873, tav. IV, fig. 1, 2, 4, 6, 7.

1869. » » - Ettingshausen, *Flora v. Bilin*; pag. 18, tav. I, fig. 14; tav. XLIV, fig. 1-5, 7-9, 12, 15.

1869. » » - Unger, *Die foss. Flora von Szántó*; pag. 11, tav. IV, fig. 1, 1 a, 2.

1869. » » - Ludwig, *Foss. Pflanzen aus d. ält. Abhteil. d. Rhein. Wetter. Tert. formation*; pag. 127, tav. L, fig. 1-5; tav. LI, fig. 4-10; tav. LII, fig. 2, 4-6; tav. LIII, fig. 6.

1869. » VITIFOLIUM. - Ludwig, *Foss. Pflanzen a. d. ält. Abth. d. Rhein.* etc., pag. 131; tav. LII, fig. 1.

1870. » TRILOBATUM. - Ettingshausen, *Beitr. z. kenntn. d. Tert. pflanzen Steiermarks*; pag. 79.

1870. » » - Engelhardt, *Flora d. Braunkohlenformation Sachsen;* pag. 28, tav. VIII, fig. 1, 2.

1872. » » - Engelhardt, *Die fossile Flora v. Göhren*; pag. 30, tav. VI, fig. 2.

1872. » » - Stur, *Flora von Brüx;* pag. 201.

Digitized by Google

1872. ACER TRILOBATUM. - Lenz, *Beiträge z. Geologie d. Frusca-Gora*; pag. 308.

1873. » » - Sordelli, *Descrizione di alcuni avanzi vegetali delle argille plioceniche lombarde*; pag. 174.

1874. » » - Capellini, *La formazione gessosa di Castellina Marittima ed i suoi fossili*; pag. 58; tav. VI, fig. 1-3, 5-8, 10, 11.

1874. » BRACHYPHYLLUM - Schimper, *Traité*, III, pag. 137.

1874. » » - Capellini, *La formazione di Castellina Marittima* etc.; pag. 60, tav. VI, fig. 9-12.

1874. » TRILOBATUM. - Schimper, *Traité*, III, pag. 130.

1876. » » - Engelhardt, *Tert. pflanzen aus d. Leitmeritzer Mittelgebirge*; pag. 364, tav. III, fig. 7-10.

1877. » » - Engelhardt, *Ueber d. foss. Pflanzen d. Süsswassersandstein von Tschernowitz*; pag. 384, tav. V, fig. 1,3.

1877. » » - Ettingshausen, *Flora v. Sagor* pag. 27.

1878. » » - Heer, *Primitiae florae foss. Sachalin*; pag. 48, tav. XIII; fig. 9-10.

1878. » » var. PRODUCTUM. - Lesquereux, *The tert. Flora of the Western Territories*; II, *Tertiary Flora*; pag. 261; tav. XLVIII, fig. 2, 3a.

1878. » » - Capellini, *Il calcare di Leitha* etc., pag. 284.

1879. » » - Engelhardt, *Ueber die Cyprisschiefer Nord Böhmens* etc.; pag. 143; tav. VIII, fig. 9-12; tav. IX, fig. 1 a, b.

1880. » » - Engelhardt, *Ueber Pflanzenreste von Liebotitz* etc.; pag. 83; tav. I, fig. 19; tav. II, fig. 1, 4, 5.

1880. » STURI. - Engelhardt, *Pflanzenreste v. Liebotitz* etc.; tav. I, fig. 21.

1882. » TRILOBATUM. - Velenovszky, *Die Flora a. d. ausgebr. Letten v. Vrsovic*; pag. 37; tav. VII, fig. 1-3; tav. VIII, fig. 26; tav. IX, fig. 2-4.

1882. » MAGNUM. - Velenovszky. *Flora v. Vrsovic*; pag. 38, tav. VII, fig. 7-9.

Digitized by Google

1882. ACER STURI. - Velenovszky, *Flora v. Vrsovic*, pag. 50.

1882. » TRILOBATUM. - Beck, *Das Oligoc. von Mittweida* etc.; pag. 764; tav. XXXII, fig. 19.

1883. » » - Schmalhausen, *Beitrag. zur Tert. flora S. W. Russlands*; pag. 36, tav. XI, fig. 3-5 c.

1883. » » - Heer, *Flora fossilis arctica*; pag. 125, tav. XCIV, fig. 1.

1883. » » - Pilar, *Flora fossilis susedana*; pag. 96, tav. XII, fig. 8.

1883. » » - Friedrich, *Beitr. zur Kenntniss d. Tertiärflora d. Prov. Sachsen*; pag. 253.

1883. » TRILOBATUM var. PRODUCTUM. - Lesquereux, *Contrib. to the fossil. Flora of the Western Territories of the United States*; pag. 253, tav. LIV, fig. 1-4.

1885. » TRICUSPIDATUM. - Lester F. Ward, *Synopsis of the Flora of the Laramie Group*; pag. 554, tav. XLIX; fig. 8, 9.

1885. » TRILOBATUM. - Pax, *Monographie d. Gattung Acer*; pag. 349.

1885. » » - Engelhardt, *Die Tertflora d. Jesuitengrabens bei Kundratitz*; pag. 348, tav. XIX, fig. 13-24.

1888. » » - Staub, *Die aquitanische Flora des Zsilthales;* pag. 341; tav. XXXII-XXXIII, fig. 10 b; tav. XXXVI-XXXVII, fig. 6; tav. XXXVIII, fig. 4 a.

1893. » » - Meschinelli e Squinabol, *Flora tert. italica*; pag. 355 (*esclusa una parte dei sinonimi*).

1893. » AFFINE. - Meschinelli e Squinabol, *Flora tert. italica;* pag. 348.

1895. » TRILOBATUM. - Peola, *Flora fossile Braidese*; pag. 64.

1896. » TRILOBATUM var. PRODUCTUM. - Sordelli, *Flora fossilis insubrica*, pag. 158.

1896. » PALAEORUBRUM. - Paolucci, *Piante dei gessi di Ancona*; pag. 112, tav. XIX, fig. 136.

Digitized by Google

1901 ACER TRILOBATUM. - Peola, *Veget. in Piemonte dur. l'era terziaria*, pag. 19.
1902. » » - Wegelin, *Tertiärflora*, pag. 24.
1903. » » - Marty, *Flore miocène de Joursac (Cantal)*; pag. 55. tav. X, fig. 12, 13.
1906. » » - Kerner, *Beitrag zur kenntniss d. fossilen Flora von Ruda in Mitteldalmatien*; pag. 72.
1908. » » - Lauby, *Decouvèrte de plantes fossiles dans les terrains volcaniques de l'Aubrac*, pag. 1.
1908. » » - Engelhardt e Kinkelin, *Oberpliocäne Flora und Fauna des Untermaintales, insbesonders Frankfurter Klärbeckens*; pag. 257.
1908. » HEERI var. TRICUSPIDATUM. - Principi, *Contributo alla Flora foss. d. Sinigagliese*; pag. 25.
1911. » TRILOBATUM. - Kryschtofovich, *Pflanzenreste des Tertiärsandsteine des Gouvernements Wolhynien.*
1921. » » - Principi, *Synopsis Flora oligocenica di Chiavon e Salcedo*, pag. 19.

Foglie palmate, trilobate, coi lobi muniti di lobi o di sinuosità non molto pronunziate; il margine interno dei lobi laterali forma con quello del lobo mediano un angolo quasi retto.

Dall'elenco dei sinonimi di questa specie devono escludersi l'*Acerites deperditum* Mass. (1), il quale più giustamente viene interpretato come un Platano (*Platanus deperdita* Sord. = *Platanus aceroides* Goepp.), ed il *Liquidambar scarabellianum* Mass., che per avere i lobi coi margini interi trova più esatta corrispondenza coll'*Acer integerrimum* Massal.

Anche varie delle filliti sinigagliesi riferite dal Massalongo all'*Acer trilobatum* spettano, invece, al *Platanus deperdita* per avere i denti conformati per lo più a becco colla punta alquanto ricurva e diretta verso l'apice della foglia.

(1) MASSALONGO, *Descrizione delle piante fossili dell'Italia meridionale*: pag. 4, tav. II, fig. 7.

Digitized by Google

All'*Acer trilobatum* deve riportarsi l'*Acer brachyphyllum* Heer e l'*Acer affine* Mass., le cui foglie differiscono dalla specie del Braun unicamente per avere i margini fogliari muniti di denti molto pronunziati.

L'*Acer trilobatum*, che dall'Oligocene inferiore si propaga sino al Pliocene, è assai comune nei terreni del Miocene superiore dell'Italia (Guarene, Stradella, Piobesi, Gabbro, Cerretello, Sinigagliese, Anconetano), della Svizzera (Oeningen, Schrotzburg, Albis, Locle), della Francia (Joursac nel Cantal) e dell'Ungheria (Szánto, Erdöbénye, Bodos, Tokay).

Strettissime sono le affinità che questa specie fossile presenta coll'attuale *Acer rubrum* L., che vive nella regione che si estende dal Canadà alla Carolina del Sud; lo Schimper suppone addirittura che l'*Acer rubrum* non sia altro che la forma miocenica d'Europa sopravvissuta fino ad oggi nell'America settentrionale.

Fam. **Sapindaceae.**

Sapindus Hazslinszkii Ettings.

(Tav. I-II, fig. 25).

1924. Sapindus Hazslinszkii. - Principi, *Flora rupeliana del bacino di Bagnasco;* pag. 34, tav. I, fig. 9 (*con bibliografia e sinonimia*).

Fogliolina di consistenza membranacea, lanceolata, colla base fortemente dilatata e con i margini interi. La costola mediana, assai robusta inferiormente, va attenuandosi verso l'apice, e da essa si distaccano numerose nervature secondarie esilissime, le quali, mentre in prossimità della base si originano sotto angoli molto aperti, nella parte superiore, invece, determinano degli angoli ascellari sempre più acuti, ricurvandosi e riunendosi insieme mediante sottili processi anastomotici.

Le impronte di questa specie, figurate dai precedenti Autori, che più esattamente corrispondono alla fillite di Polenta, sia per il contorno della lamina, sia per il decorso delle nervature secondarie, sono quelle del Miocene superiore di Ancona (1) e di Caplagrabens (2).

(1) Paolucci, *Piante fossili terziarie dei gessi di Ancona*; tav. XX, fig. 146.

(2) Engelhardt, *Flora aus den unteren Paludinenschichten des Caplagrabens*; pag. 194, tav. IV, fig. 4, 5.

Digitized by Google

Il *Sapindus Hazslinszkii* compare nel Miocene inferiore e giunge sino al Pliocene, presentandosi assai diffuso nei terreni del Miocene superiore (Sinigagliese, Anconetano, Guarene, Tokay, Tallya, Caplagrabens).

— AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: gen. *Sapindus* del continente americano.

Sapindus (?) Rotarii Mass.

(Tav. III-IV, fig. 22).

1859. SAPINDUS ROTARII. - Massalongo, *Flora foss. Sinigagliese*, pag. 359, tav. XIV, fig. 4; tav. XLIV, fig. 8.
1874. » » - Schimper, *Traité*, III, pag. 168.
1893. » » - Meschinelli e Squinabol, *Flora tert. italica*, pag. 363.
1895. » » - Peola, *Flora foss. Braidese*, pag. 66.
1896. » » - Paolucci, *Piante foss. d. gessi di Ancona*, pag. 119, tav. XX, fig. 145.
1901. » » - Peola, *Veget. in Piemonte d. l'era terziaria*; pag. 19.

Fogliolina (?) lanceolata, lievemente subfalcata, coll'apice attenuato e coi margini interi. La costola mediana è stretta, ma ben delineata e da essa si distaccano con angoli assai aperti delle nervature secondarie inequidistanti ed esilissime, le quali, dopo un decorso rettilineo, si anastomizzano dando origine a dei rami, che si congiungono con altre nervature secondarie abbreviate e colle nervature terziarie.

Le impronte di Sinigaglia, di Ancona, di Polenta non permettono di affermare con sicurezza, se esse siano delle singole foglioline appartenenti ad una foglia pennata, oppure siano foglie semplici intere; perciò il riferimento dei suddetti residui vegetali al genere *Sapindus* è lungi dall'avere un valore assoluto. Si può ad ogni modo rilevare che l'aspetto di tutte le filliti in questione rammenta notevolmente nel suo insieme una fogliolina di *Sapindus* ed anche la nervazione offre qualche carattere in comune con quelli, che contraddistinguono le foglioline di *Sapindus falcifolius* Al. Br.

Digitized by Google

Il *Sapindus Rotarii* è una specie quasi esclusiva del Miocene superiore (Anconetano, Singagliese), ed è stata riscontrata dal Peola anche nel Pliocene del Piemonte (Bra).

– AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: genere *Sapindus* del continente americano.

Fam. **Celastraceae.**

Celastrus (?) elaenus Ung.

(Tav. III-IV, fig. 23).

1926. CELASTRUS ELAENUS. - Principi, *Flora oligocenica di Chiavon e Salcedo;* pag. 80, tav. VI, fig. 25; tav. XI, fig. 1 *(con bibliografia e sinonimia).*

Foglie oblungo-lanceolate, intere ai margini, fortemente ridotte verso il picciuolo e di consistenza coriacea; la costola mediana è nettamente delineata, mentre le nervature secondarie sono quasi del tutto invisibili.

Il *Celastrus elaenus*, che si diffonde dall' Oligocene medio sino al Pliocene, è stato riscontrato nei terreni del Miocene superiore delle Marche (Sinigagliese, Anconetano), della Sicilia (Girgenti), e dell' Ungheria (Erdöbénye).

— AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Celastrus myrtifolius* L. della Giamaica.

Fam. **Aquifoliaceae.**

Ilex aquifolium L.

(Tav. I-II, fig. 26).

Foglie coriacee colla lamina divisa in lobi spinosi ed ispessita lungo il margine; i nervi secondarî si distaccano dalla costola mediana sotto angoli acuti e si dirigono con un decorso tortuoso verso le spine dei lobi.

Le impronte di Polenta si avvicinano notevolmente all' *Ilex Studeri* Heer (1) e sopratutto colla figura 11 della tavola

(1) PRINCIPI, *Le Dicotiledoni foss. d. giacim. olig. di S.ta Giustina*; pag. 143, tav. LXV, fig. 3, 4.

Digitized by Google

CXXII della *Flora tert. Helvetica* dell'Heer ed all'*Ilex Boulei* Sap. (1); tuttavia per la forma e la divaricazione dei lobi e per i caratteri nevrali ritengo più corrispondente al vero riferirle all'*Ilex aquifolium* L., pianta indigena dell'Europa centrale e meridionale e dell'Asia minore.

Notevole è il polimorfismo delle foglie di questa specie: accanto a foglie inciso-dentate nella parte inferiore della lamina, se ne riscontrano spesso delle altre col lembo intero.

La presenza dell'*Ilex aquifolium* allo stato fossile è stata già rilevata nel Pliocene superiore di Klärbecken presso Niederrad (2), nei tufi di Montpellier (3) e nel Quaternario di Pianico in Lombardia (4).

Dallo studio dei resti fossili di Polenta risulta che la sua comparsa deve essere fatta risalire al Miocene superiore.

Fam. **Rhamnaceae.**

Rhamnus Deckeni Web.

(Tav. III-IV, fig. 24).

1916. RHAMNUS DECKENI. - *Le Dicotiledoni foss. d. giac. di S.ta Giustina*; pag. 147, tav. LXVII, fig. 4-6 (*con bibliografia*).

Foglia oblungo-lanceolata, colle nervature secondarie alterne, parallele, lievemente ricurve e camptodrome.

Questa specie, che appare nell'Oligocene inferiore, è stata riscontrata nel Miocene superiore del Piemonte (Guarene), della Toscana (Gabbro), delle Marche (Sinigagliese, Anconetano), e della Svizzera (Albis).

— AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Rhamnus integrifolius* D. C. delle Canarie.

---

(1) LAURENT, *Flore plaisancienne des argiles cinéritiques de Niac*; pag. 57, tav. VIII, fig. 7.

(2) ENGELHARDT UND KINKELIN, *Oberpliocäne Flora und Fauna des Untermaintales, insbesonders des Frankfurter Klärbeckens*, 1908; pag. 266, tav. 33, fig. 3, 5.

(3) SCHENK IN ZITTEL, *Paläophytologie*, pag. 571.

(4) SORDELLI, *Flora fossilis insubrica*, pag. 234.

Digitized by Google

Rhamnus Rossmässleri Ung.

(Tav. III-IV, fig 26).

1916. RHAMNUS ROSSMASSLERI. - Principi, *Le Dicotiledoni foss. d. giacim. di S.ta Giustina*; pag. 146, tav. LXVI, fig. 6 (*con bibliografia*).
1926. » » - Principi, *Flora oligocenica di Chiavon e Salcedo;* pag. 86.

Foglia ovato-ellittica, di consistenza coriacea e coi margini interi; la costola mediana è assai robusta, specialmente verso la parte inferiore della lamina, e da essa si distaccano da ogni lato, sotto angoli di 45°-60° circa, dieci nervature secondarie, parallele, alterne, ascendenti ed arcuate in prossimità del margine.

Il *Rhamnus Rossmässleri*, che si diffonde dall'Oligocene inferiore sino al Pliocene, è assai frequente nei terreni del Miocene superiore: è stato, infatti, riscontrato in Italia (Guarene, Piobesi, Sinigaglia, Ancona), nella Svizzera (Berlingen), nell'Austria (dintorni di Vienna) e nell'Ungheria (Erdöbénye).

— AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Rhamnus frangula* L. dell'Europa.

Rhamnus Perrandoi Princ.

(Tav. III-IV, fig. 25).

1916. RHAMNUS PERRANDOI. - Principi, *Le Dicotiledoni foss. d. giacim. di S.ta Giustina;* pag. 151, tav. LXVII, fig. 1.

Foglia di consistenza sub-membranacea, ovato-ellittica e coi margini interi. La costola mediana è assai pronunziata e da essa si distaccano con angoli piuttosto acuti i nervi secondari, rettilinei, paralleli ed equidistanti.

Questa specie, riscontrata per la prima volta nell'Oligocene inferiore di Santa Giustina, presenta qualche analogia col vivente *Rhamnus grandifolius* Fisch. del Caucaso.

Digitized by Google

Fam. **Cornaceae.**

Cornus Mastagnii Mass.

(Tav. III-IV, fig. 28).

1859. Cornus Mastagnii. - Massalongo, *Flora fossile d. Sinigagliese;* pag. 307, tav. XXXVII, fig. 7.
1893. » « - Meschinelli e Squinabol, *Flora tertiaria italica;* pag. 405.
1895. » » - Peola, *Flora fossile Braidese*, pag. 75.
1901. » » - Peola, *Veget. in Piemonte dur. l'era terziaria*, pag. 20.

Foglia lanceolata, ridotta all' apice ed alla base e col margine intero; la costola mediana è robusta e da essa si distaccano con angoli acutissimi delle nervature secondarie esili, acrodrome ed alterne.

Tra le specie fossili la fillite descritta mostra qualche analogia col *Cornus Studeri* H., dal quale, tuttavia, differisce per il diverso numero delle nervature secondarie e per l' apice decisamente acuminato.

Il *Cornus Mastagnii* è stato riscontrato nel Sarmaziano del Sinigagliese e nel Pliocene di Bra.

— Affinità colla flora vivente: *Cornus stricta* Lm. dell' America settentrionale.

Fam. **Platanaceae.**

Platanus deperdita (Mass.) Sord.

1922. Platanus deperdita. - Principi, *Flora messiniana di Polenta*, pag. 14.
1924. » » - *Flora rupeliana del bacino di Bagnasco*, pag. 38.

Questa specie, già stata da me riscontrata nel giacimento di Polenta, è diffusissima nel Miocene superiore. È stata, infatti, riscontrata nei terreni di questo periodo del Piemonte (Guarene), della Lombardia (Stradella, Monte Arzolo presso Castana, Rocchetta di Castana), della Liguria (Val di Magra), della Toscana (Gabbro, Casino, Cerretello, Cava della Maestà), delle

Digitized by Google

Marche (Sinigagliese, Anconetano), della Svizzera (Oeningen, Schrotzburg, Berlingen), dell'Austria (Hernals, Breitensee, Gossendorf), della Slesia (Schossnitz), della Transilvania (Thaleim), dell'Ungheria (Handlona, Szt. Keresrt, Vale Scobinos) e della Jugoslavia (Caplagrabens).

— AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Platanus orientalis C.* del bacino del Mediterraneo; — *Platanus occidentalis* L. dell'America settentrionale.

Fam. **Combretaceae.**

Terminalia (?) pannonica Ung.

(Tav. I-II, fig. 27).

1916. TERMINALIA PANNONICA. - Principi, *Le Dicotiledoni foss. d. giacim. olig. di S.ta Giustina;* pag. 160, tav. LXXII-LXXIII. fig. 3, 4 (esclusa la *Term. Hernicorum* Mass.)

non 1922 » » - Principi, *Flora messiniana di Polenta,* pag. 15.

Foglia ellittica, ridotta alla base, fortemente acuminata all'apice ed intera lungo i margini. La costola mediana è assai sporgente verso la pagina inferiore e da essa si distaccano delle nervature secondarie, alterne od opposte, assai allontanate l'una dall'altra, tenui, ricurve o subflessuose, ascendenti, ciascuna delle quali si rilega ai nervi terziari della nervatura successiva.

Il riferimento generico di questa fillite ha un valore alquanto relativo, giacchè i caratteri nevrali da essa offerti si riscontrano pure in altri generi, sopratutto nel genere *Combretum.*

Seguendo il criterio dello Schimper, avevo dapprima posto in sinonimia colla specie dell'Unger la *Terminalia Hernicorum* Mass. (1); ma, sia per il contorno della lamina decisamente lanceolata, sia per il decorso delle nervature, quest'ultima forma si mostra maggiormente affine al *Laurus princeps* H., col quale può essere senz'altro identificata. Così la impronta

(1) MASSALONGO, *Flora fossile del Sinigagliese;* pag. 405, tav. XXVIII, fig. 8; tav. XLV, fig. 17.

Digitized by Google

di Polenta, che io riferii alla *Terminalia pannonica*, coincidendo in tutti i suoi caratteri alla *Terminalia Hernicorum*, appartiene, invece, al *Laurus princeps* H.

— AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Terminalia catappa* L. delle Indie.

Combretum (?) sarothrostachyoides Mass.

(Tav. III-IV, fig. 29).

1859. COMBRETUM SAROTHROSTACHYOIDES. - Massalongo, *Flora foss. del Sinigagliese*; pag. 402, tav. XXIX, fig. 2; tav. XLIII, fig. 11.
1893. » » - Meschinelli e Squinabol, *Flora tertiaria italica*, pag. 419.
1895. » » - Peola, *Flora fossile Braidese*, pag. 82.
1901. » » - Peola, *Veget. in Piemonte d. l'era terziaria*, pag. 21.

Foglia ovato-lanceolata, col margine intero e colla nervazione brochidodroma. La costola mediana è stretta, ma ben rilevata; da essa si distaccano con angoli ascellari, la cui apertura aumenta procedendo verso l'apice, delle nervature secondarie esili, inequidistanti, le quali si anastomizzano con altre nervature più brevi, intercalate alle prime, e coi nervi terziarii assai ramificati.

Anche il riferimento generico di questa fillite è lungi dall'essere sicuro; infatti essa offre dei caratteri nevrali, che si riscontrano in generi assai disparati (*Evonymus*, *Erythroxylon*, *Ficus*, *Banisteria*, *Leptololobium* etc.); tuttavia innegabili sono le analogie, che l'impronta in questione offre colle foglie del *Combretum argenteum* Klotz. del Brasile.

Il *Combretum sarothrostachyoides* è stato riscontrato nel Sarmaziano del Sinigagliese e nel Pliocene di Bra.

Fam. **Pomaceae.**

Crataegus miocenica nov. sp.

(Tav. I-II, fig. 28).

Foliis membranaceis, ovatis, in petiolum angustatis, margine subintegris; costa mediana stricta; nervis secundariis tenuibus,

Digitized by Google

sub angulo acutissimo orientibus, rectis, plerumque oppositis, craspedodromis, ramosis.

Foglia di consistenza membranacea, ovaliforme, fortemente ridotta alla base e col margine intero o ondulato-eroso. La costola mediana è stretta e da essa si distaccano sotto angoli acutissimi numerose nervature secondarie tenui, ma ben delineate, ascendenti, rettilinee e craspedodrome, le quali spesso si ramificano a diverse distanze dal punto di inserzione.

Questa nuova specie presenta varie affinità col *Crataegus teutonica* Ung. (1) del Miocene medio di Parschlug, il quale tuttavia, si distingue dalla forma ora descritta per avere le foglie più largamente ovate e munite di nervature secondarie originantisi sotto angoli assai meno acuti.

Tra le specie viventi ricorda alcuni *Crataegus* dell'America settentrionale ed in particolar modo il *Crataegus punctata* Ait.

Fam. Rosaceae.

Cercocarpus Minischalchii (Mass.) Principi.

1922. CERCOCARPUS MINISCHALCHII. - Principi, *Flora messiniana di Polenta*; pag. 15, tav. I, fig. 5 (*con bibliografia*).

Di questa specie esiste unicamente l'esemplare già da me precedentemente descritto e figurato.

Fam. Amygdalaceae.

Prunus Scarabellii nov. sp.

(Tav. I-II, fig. 19 b; tav. II-IV, fig. 30).

Foliis coriaceis, ovatis, basi angustatis, margine serratis; nervo mediano sat valido; nervis secundariis, plerumque alternis, sub angulo aperto emissis, simplicibus, retro marginem in arcus coeuntibus et in seriem laqueorum continuis.

L'impronta fogliare, su cui si basa questa nuova denominazione specifica, è di consistenza coriacea, ovaliforme e cuneata alla base. Le nervature secondarie, piuttosto numerose,

(1) UNGER, *Sylloge*, III, pag. 60, tav. XIX, fig. 24, 25.

Digitized by Google

si distaccano dalla costola mediana sotto angoli molto aperti e si mostrano lievemente ricurve e camptodrome per dicotomia.

Tra le specie fossili il *Prunus Scarabellii* offre qualche analogia col *Prunus Mohikana* Ung. (1), le cui foglie, però si distinguono per avere la lamina più largamente ovata, meno ridotta alle base e colla seghettatura limitata nella regione apicale.

— AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Prunus americana* Hb. dell' America settentrionale.

Fam. **Papilionaceae.**

Glycyrrhiza (?) **deperdita** Ung.

(Tav. III-IV, fig. 31).

1850. GLYCYRRHIZA DEPERDITA. - Unger, *Fossile Flora von Sotzka* pag. 54, tav. XXXIX, fig. 1, 2.
1859. » » - Heer, *Flora tert. Helvetica*, III, pag. 101, tav. CXXXIII, fig. 4-5.
1859. » » Massalongo, *Flora foss. d. Sinigagliese*; pag. 421, tav. IX, fig. 8.
1874. » » - Schimper, *Traité*, III, pag. 345.
1876. » » - Ettingshausen, *Foss. Flora v. Sagor*, II; pag. 205, tav. XIX, fig. 12, 13.
1885. » » - Engelhardt, *Tertiärflora d. Jesuitengrabens bei Kundratitz*, pag. 373, tav. XXVI, fig. 46.
1885. DALBERGIA PROSERPINAE. - Engelhardt, *Tertiärflora d. Jesuitengrabens* etc.; pag. 372, tav. XXVI, fig. 33.
1893. GLYCYRRHIZA DEPERDITA - Meschinelli e Squinabol, *Flora tertiaria italica*, pag. 449.

Impronta riferibile ad una fogliolina oblungo-lanceolata e coi margini interi; le nervature secondarie, esilissime e camptodrome, si distaccano dalla costola con angoli piuttosto acuti, riunendosi insieme presso il margine mediante ripetute anastomosi.

(1) UNGER, *Sylloge*, III, pag. 62, tav. XIX, fig. 1-7.

Digitized by Google

La fillite di Polenta corrisponde perfettamente sia per la forma della lamina, sia per il decorso delle nervature a quella illustrata dall'Heer nella fig. 5 della tavola CXXXIII della sua Op. cit., mentre differisce alquanto dalle impronte di Kundratitz e del Sinigagliese, giacchè in queste ultime i nervi secondari sono più numerosi e si originano con angoli meno aperti.

Il riferimento di questa fillite al genere *Glycyrrhiza* ha un valore puramente convenzionale, poichè essa presenta strette affinità con altri generi di Leguminose (*Cytisus*, *Dalbergia*, *Erythrina*, *Sophora* etc.) ed anche con tipi di famiglie disparatissime.

La *Glycyrrhiza deperdita* è stata riscontrata nell'Oligocene superiore della Boemia (Kundratitz), dell'Austria (Sagor, Savine, Islaak) e della Svizzera (Alto Reno) e nel Sarmaziano del Sinigagliese.

Sophora europaea Ung.

1916. SOPHORA EUROPAEA. - Principi, *Le Dicotiledoni foss. d. giacim. olig. di Sta. Giustina* pag. 175; tav. LXXVIII, fig. 1, 2, 6; tav. LXXX, fig. 12 (*con bibliografia*).

1922. » » - Principi, *Flora messiniana di Polenta*, pag. 16.

1926. » » - Principi, *Flora oligocenica di Chiavon e Salcedo*, pag. 99; tav. IX fig. 18 (*con sinonimia*).

Fogliolina ovaliforme, alquanto asimmetrica alla base, munita di una costola mediana assai distinta e di nervature secondarie sottili e congiunte in prossimità del margine mediante archi anastomotici.

La *Sophora europaea*, che appare nell'Oligocene inferiore, si presenta notevolmente diffusa nel Miocene superiore dell'Italia (Cerretello, Anconetano, Sinigagliese), della Svizzera (Locle) e dell'Ungeria (Tokay, Erdöbénye).

AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Sophora tomentosa* L., *Sophora littoralis* Schr. del Brasile.

Digitized by Google

Fam. **Caesalpiniaceae.**

Cassia phaseolites Ung.

(Tav. III-IV, fig. 32).

1916. CASSIA PHASEOLITES. - Principi, *Le Dicotiledoni foss. d. giacim. olig. di Sta. Giustina*; pag. 178; tav. LXXVII. fig. 8-18 (*con bibliografia e sinonimia*).

1922. » » - Principi, *Flora messiniana di Polenta*, pag. 16.

1924. » » - Principi, *Flora rupeliana del bacino di Bagnasco*, pag. 44.

1926. » » - Principi *Flora oligocenica di Chiavon e Salcedo*; pag. 100.

Questa specie, la cui presenza nel giacimento di Polenta era già stata da me rilevata, appare assai abbondante nei terreni del Miocene superiore del Piemonte (Guarene), della Toscana (Cava della Maestà), delle Marche (Sinigagliese, Anconetano), della Svizzera (Oeningen), dell'Ungheria (Szakadat, Mokar, Szànto) e della Jugoslavia (Caplagrabens).

— AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Cassia micrantera* D. C. del Brasile.

Leguminosae incertae saedis.

Leguminosites robinioides Paol.

(Tav. III-IV, fig. 33).

1896. LEGUMINOSITES ROBINIOIDES. - Paolucci, *Piante foss. terz. d. gessi di Ancona*; pag. 150, tav. XXIV, fig. 184.

Impronta riferibile ad una fogliolina di Leguminosa, di piccole dimensioni, ovato-ellittica, intera lungo il margine, colla costola mediana ben distinta e colle nervature secondarie quasi del tutto invisibili.

È una specie conosciuta unicamente nel Sarmaziano di Ancona.

Digitized by Google

Fam. Vacciniaceae.

Vaccinium (?) acheronticum Ung.

(Tav. I-II, fig. 29).

1850. VACCINIUM ACHERONTICUM. - Unger, *Fossile Flora v. Sotzka;* pag. 43, tav. XXIV, fig. 1, 3, 4, 6.

1851. » » - Massalongo, *Sopra le piante foss. d. terreni terz. d. Vicentino;* pag. 151.

1852. » » - Weber, *Die Tertiärflora d. niederrhein. Braunkholenformation*; pag. 151.

1853. » » - Ettingshausen, *Foss. Flora d. M. Promina*, pag. 20.

1859. » » - Heer, *Flora tert. Helvetica*, III, pag. 10, tav. CI, fig. 29.

1859. » » - Massalongo, *Fl. foss. del Sinigagliese*, pag. 301, tav. XXIX, fig. 15.

1859. » » - Massalongo, *Syllabus plantarum fossilium in format. tert. Agri Veneti detectarum*, pag. 78.

1861. » » - Heer, *Foss. Flora of Bovey Tracey;* pag. 50, tav. XVII, fig. 8.

1865. » » - Sismonda, *Matériaux* etc., pag. 443, tav. XVII, fig. 6.

1866. » » - Unger, *Sylloge plant. foss.*, III, pag. 37, tav. XII, fig. 4.

1868. » » - Ettingshausen, *Foss. Fl. v. Bilin*, pag. 236, tav. XXXIX, fig. 15, 16.

1874 » » - Schimper, *Traité*, III, pag. 15.

1876 » » - Ettingshausen, *Foss. Flora v. Sagor*, II, pag. 179.

1885. » » - Engelhardt, *Tertiärflora d. Jesuitengrabens bei Kundratitz.*, pag. 340, tav. XVI; fig. 27-30, 33-36.

1888. » » - Ettingshausen, *Foss. Flora v. Leoben*, pag. 331.

1891. » » - Schenk in Zittel, *Paléophytologie*; pag. 707, fig. 374 (14).

1893. » » - Meschinelli e Squinabol, *Flora tert. italica*, pag. 477.

Digitized by Google

1899. VACCINIUM ACHERONTICUM. - Peola, *Flora messiniana di Guarene*, pag. 252.
1901. « » - Peola, *Vegetaz. in Piemonte dur. l'era terziaria*, pag. 23.
1901. » » - Squinabol, *La Flore de Novale*, pag. 80.
1902. » » - Engelhardt, *Verzeichniss der im Jahre 1901 in Bosnien und Herzegowina aufgefunden Tertiärpflanzen*, pag. 17.
1908. » » - Engelhardt e Kinkelin, *Oberpliöcane Flora und Fauna d. Untermaint.* etc. pag. 246, tav. 32, fig. 4.
1911. » » - Engelhardt, *Tert. Pflanzenreste v. Flörsheim;* pag. 372, tav. 41, fig. 18, 23.
1916. » » - Sangiorgi, *Flora fossile dell'Imolese*; pag. 298. tav, XV, fig. 28.
1921. » » - Principi, *Synopsis Fl. olig. di Chiavon e Salcedo*, pag. 29.

Foglia lunga circa 2 cm., di consistenza subcoriacea, ovaliforme, colla base arrotondata e coi margini interi. La costola mediana è ben delineata e da essa si distaccano delle nervature secondarie tenui e camptodrome per dicotomia. Esistono anche delle nervature incomplete che si anastomizzano, dando origine ad una rete a maglie minutissime.

Il *Vaccinium acheronticum* è una specie molto affine al *Vaccinium reticulatum* Al Br. (1), le cui foglie si distinguono unicamente per avere la base notevolmente ridotta.

Il riferimento generico di questa fillite è assai incerto, poichè i caratteri nevrali da essa offerti si riscontrano anche in altri generi disparati, specialmente nelle Mirtacee e nelle Celastracee; notevoli, tuttavia, sono le affinità che la specie in questione offre colle foglie del vivente *Vaccinium stamineum* Ait. dell'America settentrionale.

Il *Vaccinium acheronticum* è stato riscontrato nell'Eocene di Novale e di Bovey Tracey; nell'Oligocene inferiore di M. Promina; nell'Oligocene medio di Chiavon e di Flörsheim; nell'Oligocene superiore di Sotzka, Savine (Sagor), di Bonn, dell'Alto Reno, St. Gallen, Monod, Délémont e di Kundratitz; nel Miocene medio di Radoboj, Petit Mont, Sobrussan, Leo-

(1) SCHIMPER, *Traité*, III, pag. 15.

Digitized by Google

ben; nel Miocene superiore di Guarene, di Sinigaglia, di Locle e Oeningen; nel Pliocene di Imola e di Klärbecken.

Fam. **Ericaceae.**

Arbutites (?) **diospyrifolius** (Mass.) Schimp.

(Tav. III-IV, fig. 34).

1859. ARBUTUS DIOSPYRIFOLIUS. - Massalongo, *Flora foss. del Sinigagliese*; pag. 236, tav. XXVI-XXVII, fig. 23; tav. XLV, fig. 7.
1874. ARBUTITES » - Schimper, *Traité*, III, pag. 13.
1893. » » - Meschinelli e Squinabol, *Flora tert. italica*, pag. 483.
1895. » » - Peola, *Flora foss. Braidese*, pag. 94.
1901. » » - Peola, *Vegetaz. in Piemonte dur. l'era terziaria*, pag. 23.

Foglia ovato-ellittica, subcoriacea e coi margini interi; la costola mediana è stretta, ma ben rilevata, mentre le nervature secondarie sono tenui, camptodrome, alterne, ricurve e congiunte insieme presso l'orlo della lamina da sottili archi anastomotici.

Questa impronta offre varie affinità con foglie di piante appartenenti a famiglie tra loro molto lontane (*Diospyros*, *Arbutus*, *Rhamnus*) e viene perciò indicata con una denominazione generica convenzionale, stabilita dallo Schimper per alcune filliti, che, pur non trovando un esatto termine di confronto nella sistematica della flora attuale, mostrano tuttavia in modo assai spiccato l'aspetto delle foglie di *Arbutus*.

L'*Arbutites diospyrifolius* è stato riscontrato nel Sarmaziano del Sinigagliese e nel Pliocene di Bra.

Fam. **Sapotaceae.**

Sapotacites euphemes (Ung.) Ett.

(Tav. III-IV, fig. 35).

1850. PIRUS EUPHEMES. - Unger. *Fossile Flora von Sotzka*; pag. 53, tav. XXXVIII, fig. 8-15.

Digitized by Google

1859. LAURUS STRAUVAESIAEFOLIA. - Massalongo, *Flora foss. del Sinigagliese*; pag. 259, tav. XIV, fig. 7.
1870. SAPOTACITES EUPHEMES. - Ettingshausen, *Beiträge z. kennt. d. foss. Flora v. Radoboj*, pag. 54.
1870-72. » » - Schimper, *Traité*, II, pag. 936.
1874. PIRUS » - Schimper, *Traité*, III, pag. 318.
1893. LAURUS STRAUVAESIAEFOLIA. - Meschinelli e Squinabol, *Flora tert. italica*, pag. 302.

Foglia di consistenza coriacea, ovato-oblunga, col margine revoluto e ondulato. La costola mediana è ben pronunziata e da essa si distaccano sotto angoli piuttosto acuti le nervature secondarie esili e riunite in camptodromia presso l'orlo della lamina.

Il Massalongo, attribuendo questa fillite ad una nuova specie di *Laurus*, aveva già rilevato le accentuatissime analogie, che essa presenta col *Pirus euphemes*, sia per la forma della lamina, sia per il decorso e la consistenza delle nervature secondarie.

Ma le impronte riferite dall'Unger al genere *Pirus* offrono scarsi caratteri in comune con questo genere; invece, per l'aspetto coriaceo e per le nervature secondarie sottilissime e piuttosto ravvicinate, rammentano in modo assai spiccato alcune forme della famiglia delle Sapotacee e quindi credo opportuno seguire il criterio dell'Ettingshausen, che le riporta sotto il genere *Sapotacites*, comprendente appunto delle foglie aventi varie affinità colla famiglia suddetta.

Il *Sapotacites euphemes* ricorda alquanto il *Sapotacites sideroxyloides* Ett., nel quale, però, le foglie si presentano più lanceolate e le nervature secondarie, quando sono visibili, si distaccano dalla costola mediana con angoli molto più aperti.

È stato riscontrato nell'Oligocene superiore di Sotzka, nel Miocene medio di Parschlug e di Radoboj e nel Sarmaziano del Sinigagliese.

— AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Achras Sapota* L. dell'Isola Maurizio.

Fam. **Ebenaceae.**

Diospyros brachysepala Al. Br.

1916. DIOSPYROS BRACHYSEPALA. - Principi, *Le Dicotiledoni fossili del giacim. olig. d. Sta. Giustina*;

Digitized by Google

pag. 192, tav. LXXIX, fig. 12; tav. LXXX, fig. 1-5, 9. (*con bibliografia e sinonimia*).

1926. DIOSPYROS BRACHYSEPALA - Principi, *La Flora oligocenica di Chiavon e Salcedo*; pag. 110.

Appartiene a questa specie una impronta di foglia ellittica, di aspetto submembranaceo, colle nervature secondarie tenui, allontanate l'una dall'altra, ascendenti ed anastomizzantisi ad una certa distanza dall'orlo laminare.

Questa specie, che dall'Oligocene inferiore si estende fino al Pliocene, è diffusissima nei terreni del Miocene superiore: infatti è stata riscontrata in tale periodo geologico nel Piemonte (Guarene), nella Lombardia (Stradella), nella Toscana (Cerretello) nelle Marche (Sinigaglia, Ancona), nella Sicilia (Girgenti), nella Svizzera (Oeningen), nella Slesia (Schossnitz) e nella Galizia (Swoszowicze).

— AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: *Diospyros lotus* L. dell'Europa meridionale e dell'Asia Minore.

Fam. **Rubiaceae.**

Cinchonidium Samnitum (Mass.) Schimp.

(Tav. III-IV, fig. 36).

1916. CINCHONIDIUM SAMNITUM. - Principi, *Le Dicotiledoni foss. del giacim. oligoc. di Sta. Giustina*; pag. 203. tav. LXXXIII, fig. 7 (*con bibliografia e sinonimia*).

A questa specie riferisco una impronta fogliare di aspetto membranaceo, avente un contorno lanceolato e colla base ridotta. La costola mediana è assai distinta e da essa si distaccano con angoli acuti delle nervature secondarie esilissime, inequidistanti, ascendenti, le quali verso il margine si riuniscono insieme mediante archi anastomotici; da queste ultime, poi, prendono origine dei nervi terziari costituenti una rete venosa poligonale appena discernibile.

La specie descritta si presenta assai vicina al *Cinchonidium Aesculapii* Ung. (1), da cui differisce perchè in questo

(1) UNGER, *Sylloge plant. foss*, III, pag. 10, tav. II, fig. 6,7.

Digitized by Google

ultimo le nervature secondarie verso la parte inferiore delle foglie nascono sotto angoli meno acuti e mostrano un decorso meno spiccatamente ascendente.

Il *Cinchonidium Samnitum* è stato riscontrato nell'Oligocene inferiore di Sta. Giustina e nel Sarmaziano di Sinigaglia.

— AFFINITÀ COLLA FLORA VIVENTE: genere *Cinchona* del Perù e del Brasile.

Flores incertae saedis.

Anthites malvaeformis nov. sp.

(Tav. I-II, fig. 10 b, 13 b).

Petalis magnis, membranaceis, basi sensim in unguiculum angustatis, apice emarginatis, obcordatis; nervis longitudinalibus numerosis in unguiculo confluentibus, apice furcatis vel anastomosatis.

Pongo sotto questa denominazione due impronte, che offrono strettissime analogie con i petali di una corolla riferibile alla famiglia delle Malvacee. Si tratta, infatti, di petali di consistenza membranacea, cuoriformi a rovescio, percorsi da numerose nervature, che si biforcano e si anastomizzano verso l'apice, e notevolmente ridotti verso l'unghia, la quale doveva essere verosimilmente connata.

Digitized by Google

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE.

Tav. I-II.

1. — *Halymenites Forilivii* nov. sp.
2. — *Taxites Eumenidum* Mass.
3. — *Gingko biloba* L.
4. — » »
5*a*. — *Taxodium distichum-miocenicum* Heer.
5*b*. — *Juglans acuminata* Al. Br.
6. — *Sequoia Langsdorfi* (Brongn.).
7. — » »
8. — *Sequoia Couttsiae* Heer.
9. — » »
10*a*. — *Scitaminophyllum renealmiaeforme* nov. sp.
10*b*. — *Anthites malvaeformis* nov. sp.
11. — *Fagus Antipofi* (Abich.).
12. — *Castanea Kubinyi* Kov.
13*a*. — *Quercus etymodrys* Ung.
13*b*. — *Anthites malvaeformis* nov. sp.
14. — *Quercus proteifolia* Paol.
15. — » »
16. — *Juglans Plancoana* Mass.
17. — *Betula prisca* Ett.
18. — *Populus attenuata* Al Br.
19*a*. — *Planera Ungeri* Kov.
19*b*. — *Prunus Scarabellii* nov. sp.
20. — *Ulmus antiqua* Paol.
21. — *Oreodaphne Heeri* Gaud.
22. — *Hypericum tragoides* Mass.
23. — *Acer integerrimum* Mass.
24. — *Acer trilobatum* Al Br.
25. — *Sapindus Hazslinszkii* Ett.
26. — *Ilex aquifolium* L.
27. — *Terminalia pannonica* Ung.
28. — *Crataegus miocenica* nov. sp.
29. — *Vaccinium acheronticum* Ung.
30. — *Sequoia Couttsiae* Heer.

Digitized by Google

Tav. III-IV.

1. — *Scitaminophyllum renealmiaeforme* nov. sp.
2. — *Carpinus grandis* Ung.
3. — » »
4. — *Castanea Kubinyi* Kov.
5. — *Quercus-drymeja* Ung.
6. — *Quercus etymodrys* Ung.
7. — *Quercus senogalliensis* Mass.
8. — » »
9. — *Quercus chlorophylla* Ung.
10. — *Pterocarya castaneaefolia* (Goepp.) Menzel.
11. — *Myrica lignitum* (Ung.) Sap.
12. — *Betula prisca* Ett.
13. — » »
14. — *Salix Brauni* Engel.
15. — *Ulmus antiqua* Paol.
16. — *Laurus princeps* Heer.
17. — *Pterocarya castaneaefolia* (Goepp.) Menzel.
18. — *Laurus tristaniaefolia* Web.
19. — *Cinnamonum polymorphum* H.
20. — *Hypericum tragoides* Mass.
21. — *Acer controversum* Paol.
22. — *Sapindus Rotarii* Mass.
23. — *Celastrus elaenus* Ung.
24. — *Rhamnus Deckeni* Web.
25. — *Rhamnus Perrandoi* Princ.
26. — *Rhamnus Rossmässleri*
27. — *Ulmus antiqua* Paol.
28. — *Cornus Mastagnii* Mass.
29. — *Combretum sarothostachyoides* Mass.
30. — *Prunus Scarabellii* nov. sp.
31. — *Glycyrrhiza deperdita* Ung.
32. — *Cassia phaseolites* Ung.
33. — *Leguminosites robinioides* Paol.
34. — *Arbutites diospyrifolius* (Mass.) Schimp.
35. — *Sapotacites euphemes* (Ung.) Ett.
36. — *Cinchonidium Samnitum* Schimp.

Digitized by Google

Quadro riassuntivo delle specie vegetali conosciute nel Sarmaziano di Polenta.

Nome delle specie	Eocene	Lattorfiano	Rupeliano	Cattiano	Miocene inferiore: Francia	Svizzera	Austria	Boemia	Wieseck	Himmelsberg	Altre località della Germania	Zsilthal	Kumi	Miocene medio: Collina di Torino	Montebamboli	Svizzera	Leoben	Parschlug	Altre località dell' Austria	Boemia	Germania	Radoboj	Altre località della Jugoslavia	Miocene superiore: Guarene	La Morra	Monte Castello d' Alessandria	Stradella	M. Arzolo presso Castana	Sarzanello	S. Martino in Val di Magra	Gabbro (M. Livornesi)	Cerretello	Cava della Maestà	Montemassi	Sinigaglese	Ancometano	Girgenti	Joursac	Oeningen	Gleichenberg	Dintorni di Vienna	Schossnitz e altre local. della Slesia	Szwoszowicze	Erdobénye	Caplagrabens	Russia	Pliocene	Quaternario e Attuale
Tallophyta																																																	
Cl. **Algae**																																																
1. *Halymenites Forlivii* Princ. .																																																
Gymnospermae																																																
Fam. **Coniferae**																																															
2. *Taxites Eumenidum* Mass. .																																			+														
3. *Gingko biloba* L.																																			+														
4. *Taxodium distichum-miocenicum* H.		+	+	+	+	+		+						+			+	+	+					+		+				+				+	+										+	+	+
5. *Glyptostrobus europaeus* Heer. .	+	+	+	+			+	+		+	+		+				+		+	+	+		+	+				+	+	+				+	+		+			+				+	+	
6. *Sequoia Langsdorfi* (Brongn.). .	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+		+				+		+	+		+		+			+		+				+	+										+	+	
7. *Sequoia Coutlsiae* Heer. . .	+			+																														+	+												
8. *Pinus Saturni* Ung. . . .			+	+										+								+	+							+	+	+		+	+										+		
Fam. **Gnetaceae**																																																
9. *Ephedra* (?) *sotzkiana* (Ung.) .		+	+	+		+								+										+						+				?			+										
Monocotyledoneae																																																
Fam. **Graminaceae**																																																
10. *Arundinites Göpperti* (Munst.) .	+	+	+	+		+	+	+			+			+		+		+			+	+	+	+		+				+				+	+	+	+									+	
11. *Poacites caespitosus* Heer. .								+																											+	+			+									
Fam. **Scitaminaceae**																																																
12. *Scitaminophyllum renealmiaeforme* Princ.																																																
Dicotyledoneae																																																
Fam. **Cupuliferae**																																																
13. *Carpinus grandis* Ung. . .		+	+	+	+			+		+	+			+				+		+		+		+			+			+					+		+		+		+	+			+	
14. *Carpinus pyramidalis* (Goepp.)				+				+									+											+									+									+	
15. *Fagus Antipoi* (Abich) . .		+	+	+																							+							+	+										+	
16. *Fagus dendata* Goepp. . .															+									+										+	+										+	
17. *Castanea atavia* Ung. . . .	+	+	+	+										+			+		+	+				+	+		+			+		+			+											+	
18. *Castanea Kubinyi* Kov. . .		+												+					+					+				+							+											+	
19. *Quercus chlorophylla* Ung. .	+	+	+	+		+		+	+					+				+						+											+	+										+	
20. *Quercus drymeja* Ung. . .	+	+	+	+		+	+				+			+			+	+						+			+								+		+	+								+	
21. *Quercus etymodrys* Ung. . .	+	+																									+						+	+	+		+		+							+	
22. *Quercus proteifolia* Paol. . .		+												+																					+	+											+	
23. *Quercus*(?) *Scarabellii* Mass. .																				+															+	+											+	
24. *Quercus senogalliensis* Mass. .																																+			+	+		+										
Fam. **Juglandaceae**																																																
25. *Juglans acuminata* Al. Br. .		+	+	+					+					+			+	+	+					+		+			+					+	+			+	+				+	+		+	

Digitized by Google

Quadro riassuntivo delle specie vegetali conosciute nel Sarmaziano di Polenta.

Nome delle specie	Eocene	Lattorfiano	Rupeliano	Cattiano	Miocene inferiore: Francia	Svizzera	Austria	Boemia	Wieseck	Himmelsberg	Altre località della Germania	Zsilthal	Kumi	Miocene medio: Collina di Torino	Montebamboli	Svizzera	Leoben	Parschlug	Altre località dell' Austria	Boemia	Germania	Radoboj	Altre località della Jugoslavia	Miocene superiore: Guarene	La Morra	Monte Castello d' Alessandria	Stradella	M. Arzolo presso Castana	Sarzanello	S. Martino in Val di Magra	Gabbro (M. Livornesi)	Cerretello	Cava della Maestà	Montemassi	Sinigagliese	Anconetano	Girgenti	Joursac	Oeningen	Gleichenberg	Dintorni di Vienna	Schossnitz e altre local. della Slesia	Szwoszowicze	Erdobénye	Caplagrabens	Russia	Pliocene	Quaternario e Attuale
26. *Juglans Plancoana* Mass.																																																
27. *Pterocarya castaneaefolia* (Goepp.) Menzel		+																						+																									
Fam. **Myricaceae**																																																
28. *Myrica lignitum* (Ung.) Sap.	+	+	+	+		+	+	+		+							+	+					+															+				+							
Fam. **Betulaceae**																																																
29. *Betula prisca* Ett.		+	+	+						+			+				+				+	+												+				+				+	+			+	+	
Fam. **Salicaceae**																																																
30. *Salix Brauni* Engel.		+	+	+	+	+	+	+	+					+			+	+			+		+	+		+				+				+											+	
31. *Populus attenuata* Al. Br.			+	+									+																							+									+			
32. *Populus mutabilis* Heer.	+	+	+	+		+				+	+			+			+					+	+			+				+				+						+	+					
Fam. **Urticaceae**																																																
33. *Planera Ungeri* (Kov.) Ett.	+	+	+	+	+		+	+		+			+				+							+			+		+		+	+					+								+	+	
34. *Ulmus antiqua* Paol.		+	+	+												+	+	+						+											+	+				+	+					+		
Fam. **Lauraceae**																																																
35. *Laurus princeps* Heer.		+	+	+							+		+				+			+			+	+		+		+			+				+			+								
36. *Laurus tristaniaefolia* Web.		+		+								+												+										+												+	
37. *Cinnamomum lanceolatum* Heer.	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+		+	+					+	+							+				+	+						+					+	
38. *Cinnamomum polymorphum* Heer	+	+	+	+	+	+		+			+	+	+	+		+	+	+		+		+	+	+		+				+				+	+			+							+	
39. *Oreodaphne Heeri* Gaud.	+	+										+										+	+	+		+				+				+											+	
Fam. **Hypericaceae**																																																
40. *Hypericum* (?) *tragoides* Mass.																																				+												
Fam. **Tiliaceae**																																				+												
41. *Tilia Mastajana* Mass.							+																																									
Fam. **Aceraceae**																																																
42. *Acer controversum* Paol.				+	+	+											+						+				+								+	+						+			+		+	
43. *Acer integerrimum* (Viv.) Mass.																											+								+	+							+	+			+	
44. *Acer trilobatum* Al. Br.		+	+	+	+	+		+			+	+	+	+		+	+	+	+	+		+	+	+			+			+	+				+	+		+	+					+	+		
Fam. **Sapindaceae**																																																
45. *Sapindus Hazslinszkii* Ett.		+																						+											+	+											+	
46. *Sapindus* (?) *Rotarii* Mass.							+																												+	+											+	
Fam. **Celastraceae**																																																
47. *Celastrus elaenus* Ung.		+	+	+														+																	+	+	+										+	
Fam. **Aquifoliaceae**																																																
48. *Ilex aquifolium* L.																																															+	+

Digitized by Google

Quadro riassuntivo delle specie vegetali conosciute nel Sarmaziano di Polenta.

Nome delle specie	Eocene	Miocene inferiore: Lattorfiano	Rupeliano	Cattiano	Francia	Svizzera	Austria	Boemia	Wieseck	Himmelsberg	Altre località della Germania	Zsilthal	Kumi	Miocene medio: Collina di Torino	Montebamboli	Svizzera	Leoben	Parschlug	Altre località dell'Austria	Boemia	Germania	Radoboj	Altre località della Jugoslavia	Miocene superiore: Guarene	La Morra	Monte Castello d'Alessandria	Stradella	M. Arzolo presso Castana	Sarzanello	S. Martino in Val di Magra	Gabbro (M. Livornesi)	Cerretello	Cava della Maestà	Montemassi	Sinigagliese	Anconetano	Girgenti	Joursac	Oeningen	Gleichenberg	Dintorni di Vienna	Schossnitz e altre local. della Slesia	Szwoszowicze	Erdobénye	Caplagrabens	Russia	Pliocene	Quaternario e Attuale
Fam. **Rhamnaceae**																																																	
49. *Rhamnus Deckeni* Web. . .		+	+	+		+					+			+		+								+						+			+													+	
50. *Rhamnus Perrandoi* Princ. .		+																																														
51. *Rhamnus Rossmässleri* Ung. .		+	+	+		+			+	+														+									+	+						+			+			+	
Fam. **Cornaceae**																																																
52. *Cornus Mastagnii* Mass. . .																																			+														
Fam. **Platanaceae**																																																
53. *Platanus deperdita* (Mass.) Sord.		+		+				+	+	+		+		+	+									+			+	+	+	+	+	+	+	+			+			+			+			+	
Fam. **Combretaceae**																																																
54. *Terminalia* (?) *pannonica* Ung.		+																				+													+											+	
55. *Combretum* (?) *sarothostachyoides* Mass.																																			+													+	
Fam. **Pomaceae**																																																
56. *Crataegus miocenica* Princ. .																																																
Fam. **Rosaceae**																																																
57. *Cercocarpus Miniscalchii* (Mass.) Princ.																																				+													
Fam. **Amygdalaceae**																																																
58. *Prunus Scarabelli* Princ. . .																																																
Fam. **Papilionaceae**																																																
59. *Glycyrrhiza* (?) *deperdita* Ung.				+																																+												
60. *Sophora europaea* Ung. . .		+	+	+										+		+	+					+	+								+			+	+							+				+	
Fam. **Caesalpiniaceae**																																																
61 *Cassia phaseolites* Ung. . . .	+	+	+	+		+		+	+	+		+				+	+						+									+		+	+			+					+			+	
Leguminosites incertae saedis																																					+												
62. *Leguminosites robinioides* Paol.																																																
Fam. **Vacciniaceae**																																																
63. *Vaccinium acheronticum* Ung.	+	+	+	+												+	+			+			+																									
Fam. **Ericaceae**																																																
64. *Arbutites* (?) *diospyrifolius* (Mass.) Schimp.																																																
Fam. **Sapotaceae**																																																
65 *Sapotacites euphemes* (Ung.) Ett.				+														+				+																									
Fam. **Ebenaceae**																																																
66. *Diospyros brachysepala* Al. Br.		+	+	+	+	+	+	+		+				+			+						+	+		+						+			+	+	+		+			+	+		+		
Fam. **Rubiaceae**																																																
67. *Cinchonidium Samnitum* (Mass). Schimp.		+																																		+												
Flores incertae saedis																																																
68. *Anthites malvaeformis* Princ. .																																																

Digitized by Google

Danesi-Roma

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

G. B. BONINO

SUL CALCOLO DEL PUNTO DI CONGELAMENTO DI ACQUE MINERALI MOLTO CONCENTRATE

È opinione diffusa fra i chimici che le acque minerali a forte contenuto salino (come in generale tutte le soluzioni concentrate) presentino delle anomalie nel loro punto di congelamento. Su tali anomalie richiama l'attenzione in un suo pregevole lavoro il Prof. Porlezza [1] avvertendo appunto che per tali acque assai concentrate può capitare di calcolare dall'abbassamento crioscopico una concentrazione superiore a quella reale, fatto che porterebbe a calcolare un grado medio di dissociazione superione all'unità e quindi assurdo.

Effettivamente non è esatto parlare di anomalie vere e proprie dell'abbassamento crioscopico di queste acque se le stesse non seguono agli effetti della crioscopia quelle relazioni che, dedotte in generale da un rigoroso criterio termodinamico, si sono poi semplificate e mutilate nell'ipotesi restrittiva di avere in presenza una soluzione infinitamente diluita. Sarebbe anzi da rilevare che in questi scarti delle soluzioni concentrate dalle ordinarie leggi limiti sta appunto la loro regolarità.

Mi propongo appunto in questa nota di riassumere come deve essere eseguito in generale il calcolo per un'acqua minerale assai concentrata per ottenere dall'abbassamento crioscopico il coefficiente osmotico dell'acqua stessa ed anche come si possa in base all'analisi chimica prevedere anche per acque

[1] Annali di Chimica applicata 14, 155 1924.

Digitized by Google

minerali molto concentrate e con buona approssimazione l'abbassamento crioscopico.

Consideriamo una soluzione contenente n_0 molecole di solvente e rispettivamente n_1, n_2, n_3,.... etc. etc. molecole di sostanze disciolte in equilibrio col solvente allo stato solido. Possiamo dedurre dalla termodinamica per la costante di tale equilibrio:

$$\log K = - \log \gamma_0 f_0 \tag{1}$$

dove γ_0 è la concentrazione molecolare del solvente ed f_0 il coefficiente di attività del solvente stesso. Se i numeri di molecole n_1, n_2, n_3 etc. sono nulli si ha:

$$\log K_0 = 0 . \tag{2}$$

Sottraendo membro a membro la (2) dalla (1) otteniamo:

$$\log K - \log K_0 = - \log \gamma_0 - \log f_0 . \tag{3}$$

Ora $\log K_0$ è una costante e la differenza

$$\log K - \log K_0$$

dipenderà dalla differenza delle temperature che caratterizzano i due equilibri e cioè dalla differenza tra la temperatura T di congelamento della soluzione e la temperatara T_0 di congelamento del solvente. Porremo quindi

$$\log K - \log K_0 = F (T - T_0)$$

ne verrà:

$$F (T - T_0) = - \log \gamma - \log f_0 . \tag{4}$$

La relazione (4) ci esprime dunque l'abbassamento crioscopico di una soluzione in funzione della concentrazione e del coefficiente di attività del solvente. Vediamo di calcolare innanzi tutto la funzione F. Sviluppiamola in serie di Maclaurin:

$$F (T - T_0) = F (0) + (T - T_0) F' (0) + \frac{(T - T_0)^2}{2} F'' (0) ....$$

frattanto per $(T - T_0) = 0$:

$$F (0) = \log K_0 - \log K_0 = 0 .$$

D'altra parte poichè $\log K_0$ e T_0 rono costanti:

$$F' (T - T_0) = \frac{\partial \log K}{\partial T} ; \quad F'' (T - T_0) = \frac{\partial^2 \log K}{\partial T^2}$$

Digitized by Google

ma per $(T - T_0) = 0$:

$$\frac{\partial \log K}{\partial T} = \frac{\partial \log K_0}{\partial T} = \frac{r}{R T_0^2}$$

essendo R la solita costante dei gas e r l'effetto termico della trasformazione il cui equilibrio è definito da K. Cioè $-r$ sarà il calore latente di fusione del solvente puro. Ponendo:

$$-r = q$$

si avrà:

$$F'(0) = -\frac{q}{R T^2} . \tag{6}$$

Calcoliamo ora $F''(T - T_0)$:

$$F''(T - T_0) = \frac{\partial^2 \log K}{\partial T} = \frac{\partial}{\partial T} \frac{r}{R T^2}$$

dove in generale $r = f(T)$. Perciò:

$$F''(T - T_0) = \frac{1}{R} \frac{\frac{\partial r}{\partial T} T^2 - 2 r T}{T^4} = \frac{1}{R} \left[\frac{\frac{\partial r}{\partial T}}{T^2} - \frac{2 r}{T^3} \right] .$$

Ma si sa che (2):

$$\frac{\partial r}{\partial T} = \Sigma \nu_i \, Cpi = Cps - Cpl$$

dove Cps e Cpl sono rispettivamente i calori molecolari del solvente solido e liquido. Avremo allora che

$$F''(0) = \frac{1}{R_0 T_0^2} \left[(Cps - Cpl) - \frac{2 r}{T_0} \right] = \tag{7}$$

$$= \frac{1}{T_0^2} \left[\frac{Cps - Cpl}{R} - \frac{2 r}{R T_0} \right] .$$

Fermandoci però al primo termine dello sviluppo si ha per $F(T - T_0)$ una approssimazione che è sufficiente per concentrazioni anche notevoli.

Il calcolo della temperatura di congelamento dell'acqua di Salsomaggiore la cui concentrazione è veramente notevole

(1) V. per es. Plank, Leçons de Thermodinamique. Hermann 1913 pp. 225-226.

Digitized by Google

ha confermato questa affermazione. Dunque dai calcoli fatti scriveremo:

$$F(T - T_0) = \log K - \log K_0 = - \frac{T - T_0}{T_0} \frac{q}{R T_0} + \\ + \frac{(T - T_0)^2}{T_0^2} \left[\frac{Cps - Cpl}{R} - \frac{2r}{R T_0} \right].$$

Poniamo $T - T_0 = - \Delta T$ avremo:

$$(8) \quad \log K - \log K_0 = \frac{\Delta T}{T_0} \frac{q}{R T_0} + \frac{(\Delta T)^2}{T_0^2} \left[\frac{Cps - Cpl}{R} - \frac{2r}{R T_0} \right].$$

Passiamo ora ad esprimere $- \log \gamma_0$:

Le concentrazioni γ_i sono concentrazioni molecolari cioè

$$\gamma_i = \frac{n_i}{\Sigma n_j}$$

per cui

$$\sum_0^s \gamma_i = 1$$

e ne verrà

$$\gamma_0 = 1 - \sum_1^s \gamma_i$$

dove la sommatoria è estesa a tutte le sostanze disciolte (soluti) nella soluzione. Dunque

$$- \log \gamma_0 = - \log \left(1 - \sum_1^s \gamma_i \right).$$

La (3) si scriverà quindi sotto la forma:

$$(9) \quad \frac{\Delta T}{T_0} \frac{q}{R T_0} + \frac{(\Delta T)^2}{T_0^2} \left[\frac{Cps - Cpl}{R} - \frac{2r}{R T_0} \right] = \\ - \log \left(1 - \sum_1^s \gamma_i \right) - \log f_0 .$$

La (9) dunque ci dà una relazione tra l'abbassamento assoluto ΔT del punto di congelamento e le caratteristiche chimico-fisiche della soluzione. Se la soluzione non è eccessivamente concentrata allora $F(T - T_0)$ sarà determinato con sufficiente approssimazione dal primo termine non nullo dello sviluppo di Mac Laurin.

Digitized by Google

D'altra parte per soluzioni non concentrate è abbastanza approssimato porre:

$$-\log\left(1-\sum_{1}^{s}\gamma_i\right)=\sum_{1}^{s}\gamma_i$$

ne verrà allora per soluzioni diluite:

$$\frac{\Delta T}{T_0}\,\frac{q}{R\,T_0}=\sum_{1}^{s}\gamma_i-\log f_0\,.$$

Se poi la soluzione fosse molto diluita si può sostituire a

$$\gamma_i=\frac{n_i}{n_0+n_1+n_2+\ldots.}$$

un valore approssimato:

$$\gamma_i=\frac{n_i}{n_0}=\frac{P_i\,M_0}{P_0\,M_i}$$

dove P_i e P_0 sono rispettivamente i pesi del soluto e del solvente e M_i e M_0 i rispettivi pesi molecolari.

Se la soluzione poi è infinitamente diluita (soluzione ideale) avremo

$$f_0=1 \qquad \text{e} \qquad \log f_0=0$$

e potremo dunque scrivere:

$$\frac{\Delta T}{T_0}\,\frac{q}{R\,T_0}=\sum_{1}^{s}\gamma_i\,.$$

E questa è l'ordinaria formula crioscopica che viene applicata erroneamente alle acque minerali concentrate. Da tale non esatta applicazione derivano le cosidette anomalie delle soluzioni concentrate sulle quali abbiamo richiamato l'attenzione al principio di questa nota.

Per un'acqua minerale a forte contenuto salino potremmo dunque dedurre correttamente il coefficiente osmotico (e quindi la pressione osmotica) solo impiegando la relazione (9) trascurando tutt'al più il termine al quadrato.

Ma tale relazione ci permette pure (conoscendo a priori il coefficiente di attività dell'acqua solvente) di calcolare l'ab-

Digitized by Google

bassamento crioscopico dell'analisi chimica dell'acqua minerale anche nel caso di acque fortemente concentrate.

La ricerca teorica di $\log f_0$ si può eseguire per una soluzione concentrata sulla base della teoria della dissociazione completa mediante il calcolo proposto da Hückel (1).

I valori numerici delle costanti necessarie a tale calcolo sono stati però determinati da Hückel solo per poche sostanze e ciò può limitare la possibilità di questo calcolo per le acque minerali.

Le relazioni dedotte da Hückel per il calcolo del coefficiente di attività del solvente in una soluzione concentrata sono:

$$\log f_0 = \log f_0^{\,0} + \log f_0^{\,*}$$

dove:

$$(10)\quad \log f_0^{\,0} = \frac{v_0}{1000}\,\frac{\varepsilon^2}{6\,D_0\,k\,T}\sqrt{\frac{4\pi\varepsilon^2\,N}{D_0\,k\,T}\,\frac{1}{1000}}\,\sqrt{I}\sum_1^s I_i\,\sigma(x_i)$$

e

$$\log f_0^{\,*} = \frac{v_0}{1000}\Bigg\{\frac{-\varepsilon^2}{2\,D_0^{\,2}\,k\,T}\Big(\sum_1^s \delta_i\,c_i\Big)\sum_1^s\frac{I_i}{a_i}\,\frac{1}{1+x_i} + \frac{\varepsilon^2}{2\,D_0^{\,2}\,k\,T}\sqrt{\frac{4\pi\varepsilon^2\,N}{D_0\,k\,T}\,\frac{1}{1000}}\,\sqrt{I}\,\frac{1}{2}\Big(\sum_s^1\delta_i\,c_i\Big)\sum_1^s\frac{I_i}{(1+x_i)^2}$$

$$-\frac{\varepsilon^2}{2\,D^3\,k\,T}\Big(\sum_1^s\delta_i\,c_i\Big)^2\Bigg(\sum_1^s\frac{I_i}{a_i}\Big[\frac{3}{2}\,\frac{1}{1+x_i}+\frac{1}{2}\,\frac{1}{(1+x_i)^2}\Big]+\ldots\Bigg)\Bigg\}$$

In queste relazioni v_0 è il volume molecolare del solvente, D_0 la costante dielettrica del solvente puro, ε la carica dell'elettrone, k la costante di Boltzmann, T la temperatura assoluta, N il numero di melecole presenti nella molecola-grammo; $I_i = c_i\,z_i$ dove c_i è la concentrazione in mol. litro di un jone e z_i la sua valenza e $I = \sum_1^s I_i$. La sommatoria $\Sigma\,\delta_i\,c_i$ ci rappresenterebbe la diminuzione del valore della costante dielettrica del solvente puro per effetto degli joni presenti nella soluzione; $x_i = a_i\,\chi$ dove a è « il raggio » (nel senso della

(1) Phys. Zeits. 26 96 (1925).

Digitized by Google

teoria di Debye-Hückel) dell'iesimo jone e χ è la distanza reciproca efficace data dalla relazione

$$\chi = \sqrt{\frac{4\pi\varepsilon^2 N}{D_0 k T} \frac{1}{1000}} \sqrt{\Gamma},$$

$\sigma(x_i)$ è una funzione per la quale rimandiamo al nostro precedente lavoro.

Le difficoltà che ci si oppongono innanzi tutto per questo calcolo sono che appunto non conosciamo T. In un lavoro precedente trattando di acque non fortemente concentrate il cui punto di congelamento differiva da T = 273 solo di due o tre gradi abbiamo mostrato come si potesse giungere a risultati abbastanza approssimati ponendo nei calcoli T = 273.

Ma per acque fortemente concentrate che possono avere degli abbassamenti crioscopici anche di dieci e più gradi l'approssimazione non sarà più sufficiente. Occorrerà dare a priori a T un valore che si approssimi meglio a quello relativo al punto di congelamento che si deve calcolare. Questa difficoltà e qualche altra che prospetteremo in seguito fanno si che bisogna porre caso per caso i criteri necessari per il calcolo. Quindi invece di proseguire nell'esposizione generale del nostro calcolo ci fermeremo a trattare un esempio sul modello del quale si potranno trattare casi consimili. L'acqua a forte concentrazione salina che scegliemmo per esempio è l'acqua di Salsomaggiore della quale possediamo una analisi chimica magistrale eseguita dall'Illustre Prof. Nasini in collaborazione ai Proff. Anderlini, Porlezza e Sborgi. A quest'acqua appunto anche recentemente Porlezza (1) (1924) attribuisce un abbassamento crioscopico « anomalo » notando come la « concentrazione osmotica » dedotta da tale abbassamento superi la concentrazione effettiva anche, nell'ipotesi della dissociazione totale. Potremo così vedere come tale « anomalia » sia solo apparente e come di fronte ad un calcolo più corretto di quello impiegato dal Porlezza tale acqua non si mostri affatto « anomala » nei riguardi dell'abbassamento crioscopico e come la concentrazione osmotica calcolata sulla base della dissociazione totale sia praticamente coincidente con quella che è data dall'analisi.

(1) Annali di Chimica Applicata, anno VIII, Vol. 14 pg. 143 (1924).

Digitized by Google

L'analisi dei proff. Nasini, Anderlini, Porlezza e Sborgi [1] dava le seguenti concentrazioni espresse in milliequivalenti per litro:

$Na^{\cdot}$	2637,476	Cl'	3070,052
$Li^{\cdot}$	17,510	Br'	3,305
$NH_4^{\cdot}$	11,911	I'	0,476
$Ca^{\cdot\cdot}$	285,257	SO_4''	6,572
$Sr^{\cdot\cdot}$	9,764	HCO_3'	0,231
$Mg^{\cdot\cdot}$	119,112	H_2BO_3'	3,662
$Al^{\cdot\cdot}$	1,322		
$Fe^{\cdot\cdot}$	1,851		
$Mn^{\cdot\cdot}$	0,095		

Vediamo frattanto come il mineralizzante presente in quantità assolutamente preponderante sia il cloruro di sodio. Per avere quindi un valore conveniente di T da porre nei calcoli potremo scegliere la temperatura di congelamento di una soluzione di cloruro sodio la cui concentrazione sia pressapoco eguale a quella dell'acqua in esame. Ora gli stessi Proff. Nasini, Porlezza e Sborgi (v. l. c. pag. 1065) interpolando dai valori determinati da Jones ricavano che una soluzione di 15,7 gr. di cloruro di sodio per 100 gr. di acqua ha un punto di congelamento a $-12°$, 223 C. Potremmo quindi essere sufficientemente approssimati ponendo nei nostri calcoli $t = -12$ ovvero $T = 261$.

Allora tenendo conto per la costante dielettrica dell'acqua pura a -12 il valore 93,23 che si ricava dalla formola di Drude [2]

$$D = 88{,}23 - 0{,}4044\, t + 0{,}001035\, t^2$$

(t temperatura centigrada), possiamo scrivere per il coefficiente di attività dell'acqua solvente nell'acqua minerale di Salsomaggiore:

$$(11) \qquad {}^{10}\log f_0 = {}^{10}\log f_0^{\circ} + {}^{10}\log f_0^{*}$$

---

[1] Atti Istituto Veneto 73 (II) 1571 (1913-14).

[2] Ann. di Phys. 9, 61, (1896).

Digitized by Google

dove

$$^{10}\log f_0^{\,0} = 0{,}002025\sqrt{T}\sum_1^s \Gamma_i\,\sigma(x_i)$$

$$^{10}\log f_0^{\,*} = -\,0{,}000285\,.\,10^{-8}\left(\sum_1^s \delta_i\,c_i\right)\sum_1^s \frac{\Gamma_i}{a_i}\,\frac{1}{1+x_i}$$

$$+\,0{,}0000324\sqrt{T}\left(\sum_1^s \delta_i\,c_i\right)\sum_1^s \frac{\Gamma_i}{(1+x_i)^2}$$

$$-\,0{,}00000306\,.\,10^{\,8}\left(\sum_1^s \delta_i\,c_i\right)^2\left(\sum_1^s \frac{\Gamma_i}{a_i}\left[\frac{3}{2}\,\frac{1}{1+x_i}+\frac{1}{2}\,\frac{1}{(1+x_i)^2}\right]\right)$$

In queste relazioni anzichè tenere per v_0 il valore del volume molecolare dell'acqua a -12 si tenne il valore di v_0 a -10 dedotto dalla densità dell'acqua a tale temperatura data dalle tabelle del Landolt edizione 1912 pag. 44, mancando nelle tabelle il valore per $t = -12$.

Calcolo dei Γ_i e di Γ.

Nel calcolare i Γ_i bisognerebbe riportare le concentrazioni in millimoli litro alla temperatura di riferimento di -12 C. Ma supponendo una variazione di volume rispetto alla temperatura pari a quella dell'acqua si trova che si possono in questo caso mantenere senza errore sensibile le concentrazioni a 18° date dall'analisi.

Così pure data la piccola quantità presente resta senza influenza il considerare (come facciamo) l'jone monocarbonico e l'jone borico come indissociati. Questo punto toccherebbe le proprietà degli elettroliti deboli per i quali il calcolo di Debye e Hückel non è applicabile. Però come già abbiamo annunciato, abbiamo in corso una ricerca atta a permetterci di tener conto con buona approssimazione anche in questi joni nel caso di acque minerali nelle quali gli stessi abbiano un'importanza notevole.

Giungiamo così a calcolare i diversi Γ_i che riproduciamo nella seguente tabella:

Digitized by Google

Jone	Γ_i
$Na^{\cdot}$	2637,476
$Li^{\cdot}$	17,51
$NH_4^{\cdot}$	11,911
$Ca^{\cdot\cdot}$	570,512
$Sr^{\cdot\cdot}$	19,528
$Mg^{\cdot\cdot}$	238,224
$Al^{\cdot\cdot\cdot}$	3,969
$Fe^{\cdot\cdot}$	3,700
$Mn^{\cdot\cdot}$	0,192
Cl'	3070,052
Br'	3,305
J'	0,476
SO_4''	13,144
HCO_3'	0,231
H_2BO_3'	3,662

$$\Gamma = \sum_1^s \Gamma_i = 6{,}5903$$

$$\sqrt{\Gamma} = 2{,}568.$$

Calcolo dei x_i .

Per procedere al calcolo dei x_i ci è necessario innanzi tutto la distanza reciproca efficace

$$\chi = \sqrt{\frac{4\pi\varepsilon^2 N}{D_0 k T}} \sqrt{\frac{1}{1000}} \sqrt{\Gamma}.$$

Introducendo i soliti valori corrispondenti a $T = 261$ si ha:

$$\chi = 0{,}228 \cdot 10^8 \sqrt{\Gamma} = 0{,}585 \cdot 10^8.$$

Dato che nell'acqua di Salsomaggiore vi si trova in grandissima preponderanza un unico costituente (il cloruro di sodio) anzichè calcolare i coefficienti di attività in funzione dei singoli x_i crediamo più opportuno e troviamo sufficientemente approssimato calcolare gli stessi sulla base di un valore x medio ricavato da un raggio medio a_m calcolato proporzionalmente ai valori di Γ_i dei singoli joni, e cioè:

$$a_m = \frac{\Sigma a_i \Gamma_i}{\Gamma} .$$

Digitized by Google

Occorre ancora qui notare che i valori dei raggi a_i degli joni agli effetti della teoria di Debye-Hückel (come del resto ho già fatto notare in un lavoro precedente) non sono i veri valori dei raggi degli joni. In un precedente lavoro abbiamo anzi mostrato come tali valori di a siano funzioni e del raggio vero del jone e del momento elettrico di ciascun jone. In una soluzione molto concentrata il campo dovuto ai singoli joni avrà un effetto notevole sul momento degli joni stessi come pure avrà un effetto sullo stesso momento la variazione della costante dielettrica del solvente e quindi del campo intermolecolare dello stesso. Un aumento della forza che agisce sull'jone porta ad un aumento del suo momento elettrico e quindi ad una diminuzione di a. Vediamo infatti che mentre per es. si trova dai dati crioscopici per soluzioni diluite di cloruro di sodio un a medio di $5{,}15 \cdot 10^{-8}$ Hückel per calcolare il coefficiente di attività di soluzioni concentrate e concentratissime di cloruro di sodio deve ammettere un a_m di $2{,}35 \cdot 10^{-8}$. Un valore cioè in cifra tonda metà del precedente.

Non potremo quindi data la forte concentrazione dell'acqua presa in considerazione mantenere i valori di a che abbiamo dedotto per soluzioni diluite. Data però la forte preponderanza dell'NaCl nella mineralizzazione dell'acqua di Salsomaggiore non commetteremmo un errore notevole se manterremo per a medio a 25° il valore di $2{,}35 \cdot 10^{-8}$ ammesso da Hückel per le soluzioni concentrate di NaCl.

Ci occorrà però correggere tale valore dell'effetto di temperatura dato che non sarà trascurabile l'effetto di ben 37 gradi di temperatura sul valore di a_m.

Utilizzando il coefficiente di temperatura proposto recentemente da Gross e Halpern (Phys. Zeits 26 . 606 (1925)):

$$\frac{d \log a}{d T} = 0{,}5 \; 10^{-3}$$

otteniamo per — 12° C. un valore di

$$a_m = 2{,}31.$$

Quindi:

$$x_m = 1{,}35.$$

Calcolo di $\Sigma \delta_i c_i$

Ricordiamo come Hückel scriva la seguente relazione per

Digitized by Google

il calcolo della costante dielettrica di una soluzione:

$$D = D_0 - \sum_1^s \delta_i \, c_i$$

dove D_0 e la costante dielettrica del solvente puro δ_i sono quantità caratteristiche di ciascun jone. Nel succitato lavoro Hückel ci dà dei valori medi di δ_i solo per pochi sali compreso però fra questi il cloruro di sodio per il quale Hückel trova a 25 C.: $\delta_m = 4{,}5$.

Data la forte preponderanza dell'NaCl della nostra acqua ed in mancanza di dati di δ per altri joni assumiamo per δ_m per la nostra acqua a 25° il valore di 4,5.

Quindi a 25° C.:

$$\sum_1^s \delta_i \, c_i = \delta_m \sum_1^s c_i = 4{,}5 \sum_1^s c_i$$

dove c_i sono le concentrazioni in mol. litro. Dall'analisi si ricava:

$$\sum_1^s c_i = 5.956$$

Noi però non potremo assumere tale valore di δ_m che è stato dedotto a 25°; ma dovremo riportarlo alla temperatura di — 12°. In mancanza di dati più precisi snpporremo che l'abbassamento della costante dielettrica abbia lo stesso coefficiente di temperatura della costante dielettrica stessa. Dalle formole di Drude già citate si ottiene per il coefficiente di temperatura della costante dielettrica dell'acqua:

$$\alpha = 1 - 4{,}58 \, (t_1 - t_2) \, 10^{-3} + 1{,}1 \, (t_1 - t_2) \, 10^{-5}.$$

Nel nostro caso:

$$t_1 - t_2 = -12 - 25 = -37$$

per cui:

$$\alpha = 1{,}171$$

pur cui:

$$\delta_m \, a - 12° \text{ C.} = \div 5{,}3 .$$

Potremo così giungere a:

$$\sum_1^s \delta_i \, c_i = 31{,}5 .$$

Digitized by Google

Calcolo del coefficiente di attività dell'acqua.

Dalle (11) ricaveremo allora:

$$^{10}\log f_0^{\,0} = \quad 0{,}00888$$

$$^{10}\log f_0^{\,*} = -\,0{,}01313$$

per cui:

$$^{10}\log f_0 = {}^{10}\log f_0^{\,0} + {}^{10}\log f_0^{\,*} = -\,0{,}00425$$

per cui:

$$^{n}\log f_0 = -\,0{,}00978\,.$$

Vediamo frattanto che il logaritmo del coefficiente di attività dell'acqua di Salsomaggiore è negativo e da ciò dipende, come mostreremo fra breve la cosidetta « anomalia » messa in evidenza dal Porlezza, che la concentrazione asmotica calcolata dall'abbassamento crioscopico sia maggiore della concentrazione effettiva nell'ipotesi di una dissociazione totale degli elettroliti.

Calcolo di $\sum_1^s \gamma_i$.

Per passare dalle concentrazioni c_i in mol litro alle concentrazioni molecolari si può utilizzare la formola riportata dal noto lavoro di Hückel (l. c.) pag. 99.

$$\gamma_i = M_0 \frac{c_i}{1000} \frac{1}{\varrho - \sum_1^s (M_i - M_0) \frac{c_i}{1000}}$$

dove c_i sono le rispettive concentrazioni in mol litro, ϱ la densità della soluzione, M_0 il peso molecolare dell'acqua M_i quello dell'jone i. Ricordiamo che la concentrazione jonica che risulta dall'analisi è:

$$\sum_1^s c_i = 5{,}955$$

a queste vanno aggiunte $39{,}282 \cdot 10^{-3}$ mol di acido borico libero che come elettrolita debole sfugge al presente calcolo e consideriamo come indissociato e $0{,}382 \cdot 10^{-3}$ Mol. di silice. La concentrazione totale in millimoli litro dell'acqua sarà dunque $= 5995{,}51$. Da questo valore possiamo calcolare per $\sum_1^s \gamma_i$

$$\sum_1^s \gamma_i = 0{,}1027$$

Digitized by Google

per cui:

$$-\,{}^{n}\log\,(1-\sum_{1}^{s}\gamma_i)=0{,}10836\,.$$

Da questi valori vediamo come per una soluzione concentrata quale la nostra non si può più sostutuire $\sum_{1}^{s}\gamma_i$ a $-\,{}^{n}\log\,(1-\sum_{1}^{s}\gamma_i)$ come si fa ordinariamente impiegando la solita formula della crioscopia valida per le soluzioni infinitamente diluite.

Abbiamo dunque calcolati tutti gli elementi che ci servono per giungere all'abbassamento crioscopico dell'acqua di Salsomaggiore.

Siccome il calcolo di f_0 è come ben s'intende un calcolo approssimato ed un ordine di approssimazione forse inferiore a quello che si può avere in un acqua come quella presa in esempio per la crioscopia tenendo conto del secondo termine dello sviluppo di Mac Laurin calcoleremo tale crioscopia trascurando questo secondo termine. Avremo:

$$\frac{\Delta T}{T_0^{\,2}}\,\frac{q}{R}=-\,{}^{n}\log\,(1-\sum_{1}^{s}\gamma_i)-{}^{n}\log f_0$$

da cui

$$\Delta T=-\,12^{\circ},24\,.$$

Ricordo che i Proff. Nasini, Porlezza e Sborgi trovano per l'acqua di Salsomaggiore:

$$\Delta T=-\,11^{\circ},185\,.$$

Tale dato concorda con quello da noi calcolato a meno di 0,45 % accordo veramente notevole se si considerano le approssimazioni tenute nel calcolo delle varie costanti necessarie. Tenendo conto del 2° termine dello sviluppo il valore trovato verrebbe abbassato leggermente. Tale concordanza col dato sperimentale ci permette di considerare come sufficientemente approssimato il coefficiente di attività del solvente così calcolato.

Da questo si potrebbe eseguire un calcolo inverso per trovare dal valore dell'abbassamento crioscopico la concentrazione dell'acqua di Salsomaggiore e, come è ben evidente, si giunge ad un valore che si può dire concordante col reale a differenza di quanto si trova coll'uso delle formole ridotte che

Digitized by Google

portano a calcolare delle concentrazioni superiori alle reali. In effetto queste « concentrazioni » altro non erano che la somma

$$- \log (1 - \sum_{1}^{s} \gamma_i) - \log f_0$$

che anche per il fatto di essere $\log f_0$ negativo presentavano tale scarto.

Il fatto riesce ancor più evidente se calcoliamo il coefficiente osmotico dell'acqua in questione. Definiamo nel nostro caso il coefficiente osmotico pratico φ dell'acqua in questione quella quantità per la quale:

$$\frac{\Delta T}{T_0^2} \frac{q}{R} = \varphi \sum_{1}^{s} \gamma_i$$

φ sarà cioè quel coefficiente che moltiplicato per la concentrazione vera ci permette di usare la formola ridotta della crioscopia. Avremo:

$$\varphi \sum_{1}^{s} \gamma_i = - \log (1 - \sum_{1}^{s} \gamma_i) - \log f_0$$

è sostituendo i valori numerici:

$$\varphi = 1{,}124 .$$

Abbiamo cioè un coefficiente osmotico > 1. Ciò secondo il modo di vedere da noi seguito non è affatto assurdo mentre era assurdo (come ben a ragione rileva il Porlezza) un « grado di dissociazione » superiore all'unità.

Potremo dunque soggiungere che le anomalie rilevate per l'acqua di Salsomaggiore dipendono dal fatto che si trascura nel calcolo il coefficiente osmotico mentre non è affatto trascurabile.

Potremo dunque concludere:

a) che colla rappresentazione da noi proposta è possibie calcolare dall'analisi chimica di un'acqua minerale anche molto concentrata il suo punto di congelamento.

b) che le cosidette anomalie crioscopiche delle acque minerali concentrate dipendono dall'applicazione non giustificata delle formole ridotte per le soluzioni infinitamente diluite e scompaiono se si calcolano tali fenomeni con l'esattezza termodinamica necessaria.

Digitized by Google

c) che in particolare il fatto di trovare colle formola ridotte una concentrazione osmotica dalla crioscopia superiore alla concentrazione reale non significa altro in generale che è negativo il logaritmo del coefficiente di attività del solvente, e che il coefficiente osmotico è > 1.

d) che la concentrazione dell'acqua calcolata col metodo esposto in questa nota non presenta tale anomalia e concorda con quella reale.

e) che anche per acque molto concentrate e costituite in prevalenza da un costituente è possibile, mantenendo opportune correzioni, ricavare dal calcolo proposto di Hückel il coefficiente di attività del solvente e il coefficiente osmotico.

f) Si sono eseguiti tali calcoli e si son verificate le suddette conferme per l'acqua di Salsomaggiore che era nella bibliografia riportata come un caso tipico di anomalia.

Bologna, Istituto di Chimica Generale della R. Università, Giugno 1926.

Digitized by Google

G. B. BONINO

CONSIDERAZIONI SUGLI ELETTROLITI DEBOLI

(NOTA PRELIMINARE)

Già dal 1907 (1) Sutherland emetteva per le soluzioni di elettroliti in genere un'ipotesi tendente a considerare tutti gli elettroliti come completamente dissociati a tutte le diluizioni, ipotesi quindi nettamente in contrasto colle idee di Arrhenius-Ostwald allora dominanti per ciò che concerneva le soluzioni.

L'ipotesi venne ripresa (per ciò si riferisce agli elettroliti forti) da Bjerrum (2) nel 1909 e più tardi da Milner (3), Hertz (4) e Ghosh (5). Recentemente Debye e Hückel (6) hanno portato alla prevalenza di tale ipotesi un contributo decisivo eseguendo un calcolo che ha loro permesso di ricavare a priori i coefficienti di attività degli joni nelle soluzioni di elettroliti forti.

Debye e Hückel considerano a tale scopo le forze interioniche come solo dovute alla carica degli joni e trascurano così nei loro calcoli i contributi che derivano all'energia potenziale di un jone in una soluzione dai momenti elettrici degli joni stessi. Tali contributi per soluzioni non concentrate e contenenti joni semplici non sono grandi rispetto all'azione delle cariche ma ho potuto ben dimostrare in un precedente lavoro come da questi dipendono i parametri che entrano nelle

(1) Phil. Mag. (6) 14, 3 (1907).
(2) Zeits. f. Angew. Chem. 22, 1265 (1909).
(3) Ann. d. Phys. (4) 37, 1, (1912).
(4) Phil. Mag. 23, 551 (1912); 25, 742 (1913); 35, 352 (1918).
(5) Zeits. f. Phys. Chem. 98, 211 (1921).
(6) Phys. Zeits. 24, 185, (1923); 26, 96 (1925).

Digitized by Google

espressioni dei coefficienti di attività secondo Debye e Hückel.

Allo stato attuale dunque si considererebbero gli elettroliti come divisi in due grandi classi: gli elottroliti forti per i quali devesi accettare l'ipotesi della dissociazione totale, gli elettroliti deboli per i quali si ammette ancora una dissociazione parziale e quindi nelle loro soluzioni un'equilibrio di dissociazione.

Una delle ragioni certo più forti che ci fanno considerare in tal modo gli elettroliti deboli è che le soluzioni di tali elettroliti « obbediscono » alla legge di azione di massa. Infatti scrivendo per un elettrolita debole un equilibrio di dissociazione ed applicando a questo equilibrio la legge dell'equilibrio chimico nella forma nella quale vale per i gas perfetti e per le soluzioni infinitamente diluite, si prevede quantitativamente il comportamento chimico-fisico della soluzione.

Mi pare però che tale applicazione della legge di azione di massa agli elettroliti deboli non sia scevra da notevoli critiche.

Infatti lo scrivere per un elettrolita debole la legge di azione di massa in funzione delle concentrazioni equivale a supporre eguali all'unità i coefficienti di attività. Tale posizione porterebbe a concludere che le azioni interjoniche che si svolgono tra le particelle dei soluti (elettroliti deboli) in soluzione sono trascurabili e che l'energia della soluzione si può scrivere col primo termine non nullo dello sviluppo di Mac Laurin di una funzione dei rapporti del numero dei singoli joni e molecole al numero totale delle molecole presenti.

D'altra parte però si notano dei fatti curiosi e cioè che soluzioni di elettroliti deboli che contengono (seguendo la teoria classica della parziale dissociazione) un dato numero di joni liberi per centimetro cubo dimostrano di seguire la legge di azione di massa mentre una soluzione di un elettrolita forte contenente lo stesso numero di joni liberi non segue tale legge. Così per esempio una soluzione N 10 di acido acetico (elettrolita debole) e una soluzione N 500 di cloruro ammonico (elettrolita forte) conterrebbero (stando ai gradi di dissociazione della teoria classica) un numero di joni dello stesso ordine di grandezza. Ma mentre la soluzione normale decima di acido acetico segue ancora la legge di azione di massa la soluzione N 500 di cloruro d'ammonio non la segue affatto. Ne dovrebbe di qui seguire che se è esatta l'applicazione della legge di

Digitized by Google

equilibrio in funzione delle sole concentrazioni per gli elettroliti deboli bisognerebbe supporre fra gli joni liberi degli elettroliti forti delle azioni interjoniche di gran lunga superiori che per gli joni degli elettroliti deboli.

Ora questa conclusione potrebbe portare qualche difficoltà.

Le azioni interjoniche consisteranno innanzi tutto sia negli elettroliti deboli sia negli elettroliti nelle forti azioni reciproche delle cariche (forze coulombiane) per le quali siamo presso che nelle stesse condizioni, nè si potrebbe concludere che se (a parità di numero di cariche) tali azioni sono forti negli elettroliti forti debbano essere trascurabili negli elettroliti deboli. Infatti l'influenza del raggio dell'jone potrebbe bensì abbassare l'intensità di tale azione nel caso degli elettroliti deboli che in genere posseggono raggi più grossi che non i forti ma mi pare difficile che l'effetto del raggio possa annullare così facilmente le azioni interjoniche.

D'altra parte Debye e Hückel (1) ci mostrano come l'espressione dell'energia potenziale di un jone positivo dovuta alle forze coulombiane delle cariche sia:

$$u = -\frac{\varepsilon^2 \chi}{D} \frac{1}{1 + \chi a}$$

dove a rappresenta appunto il raggio del jone e χ per soluzioni acquose a 25° C. è

$$\chi = a\ 232\ \sqrt{I}\ 10^8$$

dove

$$I = \sum_{i=1}^{i=s} c_i\ z_i$$

c_i concentr. in mol litro e z_i valenza dell'jone. Di qui si vede che per soluzioni dell'ordine di quelle considerate variazioni del valore di a entro limiti per es. del jone $\overset{+}{N}H_4$ e $\overset{-}{Cl}$ e del jone $CH_3\ \overset{-}{COO}$ non possono apportare grandi variazioni nell'ordine di grandezza di u.

D'altra parte in un recente (2) lavoro ho mostrato come a cresce bensì col crescere delle dimensioni vere del jone ma decresce coll'aumentare del momento elettrico dell'jone stesso.

(1) Phys. Lits. 24 pg. 192 (1923).
(2) V. questi annali (1926).

Digitized by Google

Ora gli joni degli elettroliti deboli possederanno in generale dei momenti elettrici, a parità di condizioni, sempre più forti degli elettroliti forti dato che in genere hanno una deformabilità superiore a questi e sia perchè molti di essi posseggono dei momenti elettrici permanenti come dimostrano i recenti lavori di Gans e della sua scuola (1) e di Debye (2) sulle variazioni della costante dielettrica colla temperatura.

Quindi l'aumento di a negli elettroliti deboli dovuto all'aumento delle dimensioni effettive degli joni sarà compensato in parte dall'aumento del momento e quindi non si potrà invocare da questo effetto l'apparente assai minore intensità delle forze interioniche degli elettroliti deboli rispetto ai forti quando si ritiena applicabile ai primi la legge dell'equilibrio nella forma limite in cui i coefficienti di attività sono eguali ad uno.

Se vogliamo ritenere giustificata tale applicazione, sulla quale oggi nessuno eccepisce dubbio, si dovrebbe ricercarne in altre azioni interjoniche, che non siano quelle coulumbiane delle cariche, la ragione.

L'energia potenziale di un jone rispetto a quelli che lo circondano dipende essenzialmente da due fattori: Le azioni dovute alle cariche sulle cariche, le azioni delle cariche sui momenti elettrici e quelle dei momenti elettrici reciprocamente.

Si dovrebbe ricercare dunque agli effetti di quanto si è esposto una ragione nel complesso delle azioni interjoniche dovute ai momenti.

Come ho già rilevato in altra nota le azioni interjoniche dovute alla carica di un jone sul momento elettrico di un'altro dipendono dalla differenza tra i momenti elettrici degli joni disciolti e delle molecole del solvente. Nel caso di soluzioni acquose dovremmo dunque concludere:

a) se i momenti degli joni sono inferiori a quello delle molecole dell'acqua l'effetto delle azioni dei momenti elettrici sarà una forza di repulsione (3) che diminuirà le interazioni attrattive fra gli joni e quindi il valore assoluto dell'energia potenziale degli stessi. Tale diminuzione sarà qualitativamente tanto maggiore quanto maggiore è la differenza tra il momento

(1) V. Gans Ann. di Phys, 64, 481, 1921; Gans e Isnard Zeits. f. Phys. 9, 153 (1522) Smyt. Phil. Mag. Maggio 1923 e Marzo 1924.

(2) Debye. Hand. di Radiol. VI. Bd. 1925.

(3) Hückel., Phys Zeits 26, 96 (1925).

Digitized by Google

delle molecole d'acqua e quello del jone e quindi quanto più piccolo è il momento elettrico degli joni stessi.

Ora è noto che i momenti degli joni degli eletroliti forti sono più bassi di quelli dell'acqua, e, come abbiamo già rilevato si devono ritenere più bassi di quelli degli anioni degli elettolitri deboli. Ne verrà di qui che l'effetto dei momenti elettrici porterà ad un fenomeno completamente opposto a quello che l'applicazione della legge di azione di massa agli elettroliti deboli ci farebbe prevedere e che cioè per tale effetto l'energia potenziale di attrazione fra gli joni di elettroliti deboli è più forte a parità di concentrazione jonica che non negli elettroliti forti. Dunque perchè dovremmo ritenere trascurabili tali forze nella trattazione degli elettroliti deboli se son più forti di quelle alle quali noi dovremmo attribuire appunto gli scarti degli elettroliti forti dalla legge limite di azione di massa?

Queste considerazioni porterebbero a dubitare sulla legittimità della applicazione della legge di azione di massa agli elettroliti deboli: le conferme sperimentali potrebbero essere una conseguenza di relazioni di altro genere esistenti fra i coefficienti di attività degli joni di questi elettroliti deboli. Mostrerò in una prossima nota come si possono prevedere tutti i risultati sperimentali che oggi si deducono dalla applicazione della legge limite dell'equilibrio in modo assolutamente indipendente da questa.

Questi dubbi sulla legittimità dell'applicazione della legge di azione di massa agli elettroliti deboli cooperano certo ad abbattere la giustificazione più significativa ed importante della teoria della dissociazione parziale agli elettroliti deboli.

Ci si prospetta la possibilità di trattare tutti gli elettroliti come completamente dissociati e di ricercare nella diversità della natura delle forze elettriche nei due tipi di elettroliti la ragione del diverso comportamento. Vediamo ora di discutere appunto questa possibilità.

Consideriamo dunque un elettrolita debole per es. acido acetico come completamente dissociato a tutte le concentrazioni nelle sue soluzioni acquose. Dovremmo dunque prevedere le proprietà osmotiche ed elettrochimiche di queste soluzioni cercando di stabilire l'ordine di grandezza delle forze interjoniche che agiscono fra gli joni dell'elettrolita debole in soluzione.

Per quanto si è detto non è sufficiente a questo scopo la sola considerazione delle forze dovute alle cariche sulle cariche.

Digitized by Google

Le forze dovute ai momenti degli joni avranno una parte importantissima.

Si è accennato innanzi come in via qualitativa tali forze per es di un jone $\overset{+}{H}$ sul jone $CH_3\ \overline{COO}$ siano attrattive nel caso in cui il momento del jone $CH_3\ \overline{COO}$ sia superiore a quello delle molecole di acqua. Repulsive nel caso contrario.

Cioè il coefficiente di attività del jone $\overset{+}{H}$ (che è suscettibile di misura sperimentale) sarà tanto più piccolo di quello che si calcola sulla base delle forze dovute alle cariche quanto maggiore sarà il momento del $CH_3\ \overline{COO}$ di fronte a quello della molecola d'acqua.

Lavori recenti (1) sulla variazione della costante dielettrica in funzione della temperatura hanno dimostrato come i primi termini degli idrocarburi alifatici abbiano momenti permanenti pressochè nulli così l'etano, così l'esano. Se però rompiamo tale equilibrio elettrico della molecola sostituendo per es. un ossidrile in fine a catena abbiamo delle molecole (alcool) che presentano dei momenti elettrici permanenti superiori a quelli dell'acqua. Per es. a temperatura ordinaria:

$$\mu_{H_2O} = 10{,}4 \cdot 10^{-19}$$
$$\mu\ CH_3\ CH_2\ OH = 18{,}5 \cdot 10^{-19}.$$

Questo forte aumento dei momenti permanenti delle molecole degli idrocarburi per effetto di un sostituente negativo è un fatto generale.

Potremmo dunque prevedere per l'jone $CH_3\ \overline{COO}$ un momento superiore a quello della molecola d'acqua. A questi momenti permanenti si aggiungeranno pure quelli dovuti alla deformabilità della molecola nel campo intermolecolare del solvente.

Concludendo dovremmo ritenere per es. nell'acido acetico attrattive le forze interjoniche dovute all'azione delle cariche sui momenti elettrici. Quindi il coefficiente di attività del jone idrogeno nelle soluzioni dell'acido acetico dovrà essere più piccolo, di quello che si può calcolare solo in base alle forze coulumbiane dovute alle cariche. E se noi accettiamo l'ipotesi

(1) Smyth l. citato.

Digitized by Google

della completa dissociazione anche per gli elettroliti deboli si giunge dai valori sperimenti proprio a questa conclusione. Vediamo come dai rilievi precedenti se ne possa tener conto quantitativamente.

Recentemente Hückel [1] nel suo noto lavoro sul calcolo dei coefficienti di attività degli joni di elettroliti forti considera appunto due effetti di cui non tenevano conto i calcoli precedenti eseguiti con Debye.

a) l'effetto della polarizzazione degli joni;

b) l'effetto della variazione della costante dielettrica del mezzo per effetto degli joni presenti.

Hückel mostra come tali due effetti si possano considerare dello stesso segno (per joni di elettroliti forti).

Di ambedue questi effetti Hückel tien conto globalmente e formalmente in un'ipotetica variazione della costante dielettrica del mezzo calcolando i coefficienti di attività con un valore della costante dielettrica data da:

$$D = D_0 - \sum_i^s \delta_i c_i$$

dove D_0 è la costante dielettrica del solvente, c; la concentrazione in Mol. litro degli joni e δ_i dei parametri empirici definiti dalla relazione suddetta.

I valori di δ_i sono positivi dunque per quelli elettroliti nei quali ambo gli effetti sopracitati concorrono ad un aumento del coefficiente di attività.

In una soluzione di un elettrolita debole dei due effetti sopracitati il secondo (come anche le misure di costante di elettrica macroscopica [2] ci mostrano) avrà lo stesso segno che aveva nei casi precedenti. L'effetto *a* invece concorrerà ad un aumento delle forze interjoniche. Quindi se vogliamo applicare lo stesso calcolo dovremmo concludere che δ sarà positivo perciò che si riferisce al secondo effetto, sarà negativo perciò che si riferisce al primo.

Se la soluzione di elettrolita debole è diluita il primo effetto prevarrà certo sul secondo dato che per soluzioni diluite

---

[1] loco citato.

[2] V. una bibliografia recente completa in Alüh. Phys. Zeits. 27, 226 (1926).

Digitized by Google

l'abbassamento della costante dielettrica per effetto degli joni presenti sarà trascurabile. La prevalenza del primo effetto sul secondo porterà a un valore di δ negativo.

Del resto per l'jone SO_4 recentissimamente (1) Harned e Akerlöf trovano valori di δ negativi a differenza degli joni semplici caratterizzati da momenti non permanenti per i quali δ è sempre positivo.

I parametri sperimentali che entrano nel calcolo di Hückel sono oltre a δ anche a ovverossia il cosidetto raggio dell'jone. Sul significato di tale parametro mi son già trattenuto in una precedente mia nota ed ho mostrato come a diminuisca all'aumentare del momento dell'jone al quale si riferisce. Dovremmo quindi aspettarci negli elettroliti deboli un valore di a assai piccolo quantunque l'effetto dei momenti venga già in parte scaricato sul parametro δ.

Un ultimo rilievo. Nel caso in cui i due fattori da cui dipende δ agiscono nello stesso senso si trova che δ è sensibilmente costante. Data la linearità della dipendenza della costante dielettrica della soluzione rispetto alla concentrazione messa in evidenza dalle recenti misure di Walden e Ulich (2) si dovrà ammettere la linearità anche nell'altro fattore per poter giungere alla costanza di δ. Nel caso degli elettroliti deboli δ dipende da due fattori che alterano in senso contrario le forze interjoniche. Uno di questi fattori (la dipendenza della costante dielettrica della concentrazione) come dimostra l'esperienza (3) non ha andamento lineare poichè infatti le misure di costante dielettrico di soluzioni di elettroliti deboli in funzione della concentrazione mostrano un andamento nettamente curvilineo. Dovremmo in generale concludere che i valori di δ negli elettroliti deboli in generale non saranno costanti.

Essi saranno per piccole concentrazioni negativi diminuiranno quindi in valore assoluto in causa dell'effetto dovuto alla diminuzione della costante dielettrica del mezzo finchè per concentrazioni più forti la prevalenza della diminuzione della costante dielettrica porterà δ a dei valori nulli e poi positivi.

(1) Phys. Zeits. 21, 441 (1926).
(2) Zeits. f. Phys. Chem. 110, 43, (1924).
(3) V. Blüh., Phys. Zeits., 27, 226 (1926).

Digitized by Google

I rilievi dei paragrafi precedenti ci hanno permesso adunque di fare alcune previsioni sull' andamento dei parametri a e δ che figurano nelle relazioni di Hückel per il calcolo dei coefficienti di attività di joni di elettroliti deboli nel caso in cui venisse confermata l' ipotesi della totale dissociazione anche per questi elettroliti.

Tali previsioni così si riassumono:

a) i valori di a debbono essere assai piccoli in confronto di quelli degli joni semplici degli elettroliti forti.

b) il valore di δ deve essere negativo per soluzioni diluite deve diminuire in valore assoluto con l' aumentare della concentrazione fino a raggiungere eventualmente lo O ed i valori positivi per concentrazioni forti.

Ho tentato di sottoporre ad un controllo sperimentale per lo meno qualitativo queste previsioni per soluzioni di acido acetico.

Ho ricercato tale controllo sperimentale nel calcolo degli abbassamenti crioscopici delle soluzioni di questo acido debole. Come è noto l' abbassamento crioscopico di una soluzione non troppo concentrata è dato dalla relazione:

$$\frac{\Delta T}{T_0} \; \frac{q}{R\,T_0} = -\log.\left(1 - \sum_1^s \gamma_i\right) - \log f_0$$

dove $\log f_0$ è il logaritmo del coefficiente di attività del solvente.

Tale logaritmo si calcola dalla relazione di Hückel e per soluzioni acquose a O si può scrivere impiegando valori medi dei parametri come ho mostrato in una mia nota precedente:

$$^{10}\log f_0 = 0{,}00\,20511\,\sqrt{\Gamma^3}\,\sigma(x_m) - 0{,}000\,3045\,10^{-8}\,\delta_m \sum_1^s c_i\,\Gamma\frac{1}{a_m(1+x_m)} + 0{,}0000\,3486\,\sqrt{\Gamma}\,\delta_m \sum_i^s c_i\,\Gamma\frac{1}{(1+x_m)^2} - 0{,}00000\,3447\,10^{-8}\,(\delta_m \sum_1^s c_i)^2\,\frac{\Gamma}{a_m}\left[\frac{3}{2}\frac{1}{1+x_m} + \frac{1}{2}\frac{1}{(1+x_m)^2}\right]$$

Ponendo nei calcoli un valore di a assai piccolo

$$a = 0{,}01.10^{-8}$$

in confronto a quello relativo degli joni degli elettrolili forti per calcolare sotto l' ipotesi della totale dissociazione i valori

Digitized by Google

del log f_0 ricavati dalle crioscopie pubblicate dalle tabelle del Landolt occorre appunto tenere nei calcoli dei valori di δ negativi man mano decrescenti in valore assoluto al crescere della concentrazione. Così si trova un $\delta = -6{,}0$ per soluzioni 0,01 N di acido acetico fino ad un $\delta = 0$ per soluzioni 1,5 Normali circa e poi dei δ positivi per valori di concentrazioni superiori.

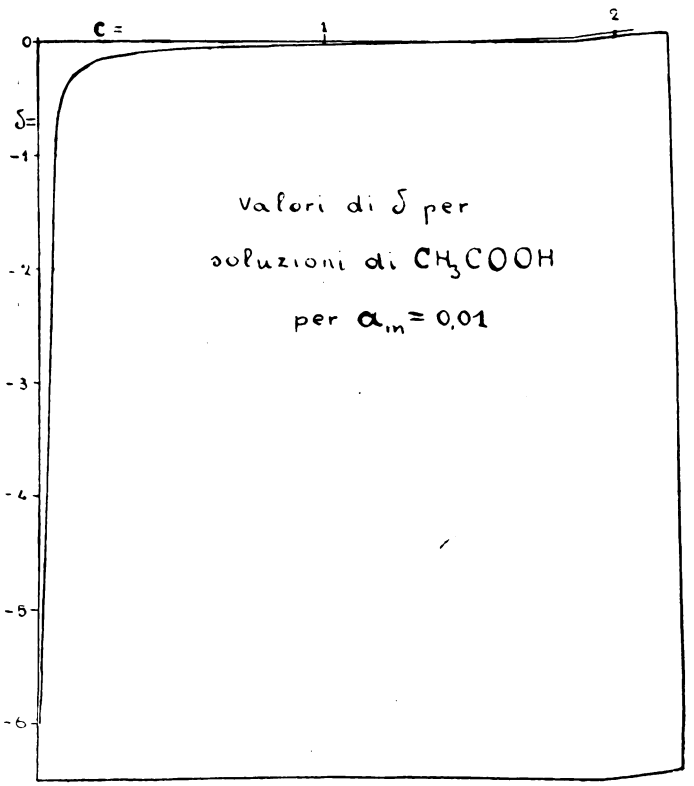


Fig. 1.

Dunque ritroviamo l'andamento previsto nell'applicare agli elettroliti deboli l'ipotesi della dissociazione totale.

Riporto nei due diagrammi seguenti l'andamento dei valori di δ in funzione della concentrazione nonchè i valori calcolati coi detti parametri e trovati per i coefficienti di attività del solvente in soluzioni di acido acetico (vedi figura 1 e 2).

Digitized by Google

Prospettata dunque la possibilità formale di trattare anche gli elettroliti deboli sotto l'ipotesi della dissociazione totale, visto come questa trattazione ci permetta di prevedere a priori dalle proprietà elettriche degli joni degli elettroliti deboli l'andamento dei parametri che servono nel calcolo dei coefficienti di attività resterebbe a vedere quale significato assumerebbero

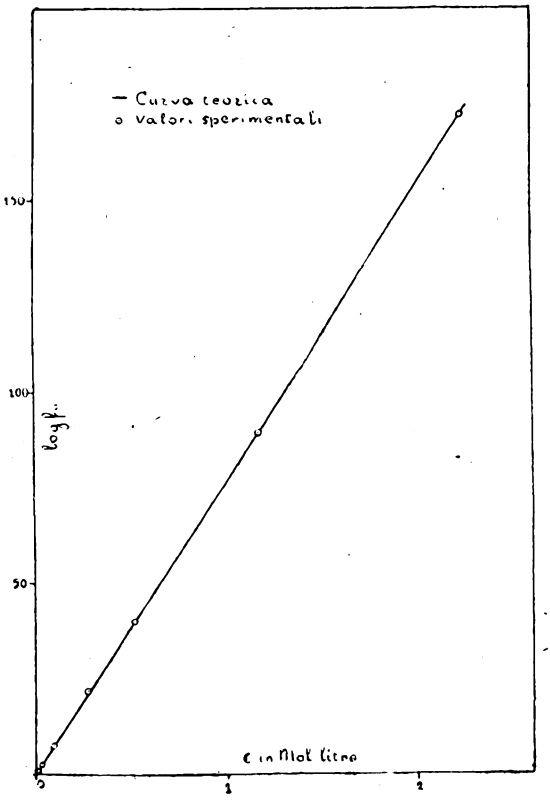


Fig 2.

sotto questo punto di vista quelle quantità che, come la cosidetta costante di dissociazione, pareva dovessero ritrovare il loro significato solo nella presenza di un equilibrio di dissociazione. Così pure resterebbe a vedere come prevedere in base al nuovo punto di vista i fatti sperimentali che erano prevedibili mediante l'impiego dei concetti classici.

Digitized by Google

Mostrerò appunto in una prossima nota come l'ipotesi della dissociazione totale anche per gli elettroliti deboli permetta di dare un significato ben definito a tale quantità e permetta pure di giungere a quelle relazioni confermate dall'esperienza e che pareva fossero indissolubilmente legate alla teoria della parziale dissociazione degli elettroliti stessi.

Quanto è esposto in questa nota costituisce adunque il primo tentativo di verificare quantitativamente anche per gli elettroliti deboli il modo di vedere che oggi mercè i classici lavori specialmente di Debye e Hückel si è imposto nella trattazione degli elettroliti forti.

Ho pure in corso tutta una serie di esperienze elettrochimiche che mi permettono di ricavare l'andamento dei parametri sui quali mi son fermato in questa nota rispetto alla concentrazione in soluzioni di un numero abbastanza forte di elettroliti deboli onde ritrovare delle relazioni fra questi andamenti e la natura chimica degli joni ai quali si riferiscono. Così pure sto preparando i mezzi sperimentali per poter dedurre delle misure sui momenti elettrici di questi joni di elettroliti deboli e tentare così avendo alla mano tutta una fitta serie di risultati sperimentali di generalizzare il punto di vista espresso in questa nota e che potrebbe, una volta confermato portare una nuova direttiva nella concezione di molti fatti della chimica generale.

Bologna, Istituto di Chimica Generale della R. Università
Luglio 1926.

Digitized by Google

G. B. BONINO

STUDI DI SPETTROCHIMICA NELL'ULTRAROSSO

XIV. — Su una banda da attribuirsi all'idrogeno aminico.

I lavori da me intrappresi nello spettro ultrarosso fino dal 1922 e continuati fino ad oggi hanno messo in rilievo un notevole numero di particolarità sia teoriche sia sperimentali che permettono oggi di interpretare in modo abbastanza netto l'origine delle bande che composti del carbonio presentano nello spettro ultrarosso nella zona tra 2,8 e 4 μ. Ho messo infatti in evidenza le ragioni che ci portano a considerare la banda 3,4 μ come dovuta ad oscillatori costituiti da atomi di idrogeno legati direttamente al carbonio, e la banda 3,0 μ come dovute ad oscillatori costituiti da atomi di H legati indirettamente al carbonio. Su quest'ultima banda mi sono anzi fermato recentemente [1] discutendo gli spettri ultrarossi degli alcool sia osservati da me sia da Ransohoff, Weniger, Coblentz e Lecomt.

Uno dei criteri sperimentali più importanti da me introdotti in questo studio è stato quello, per una data banda che si suppone originata da un dato elemento della molecola, di considerare i coefficienti massimi d'assorbimento riferiti alla molecola grammo in relazione al numero degli elementi stessi presenti nella molecola.

Tale criterio è riuscito utilissimo in tutti i casi e mi ha permesso di poter stabilire con nettezza l'origine di alcune bande sulle quali i pareri degli autori non erano ancora nettamente espressi.

---

[1] Gaz. Chim. Ital. LVI (1926) e Atti Soc. Lig. Vol. V, fas. I.

Digitized by Google

È noto (1) dai lavori di Coblentz come i composti che contengono un gruppo aminico nella loro molecola presentano nello spettro ultrarosso una banda forte di assorbimento a 3 μ circa, posizione che coincide colla posizione di una delle bande d'assorbimento dell'idrogeno ossidrilico. Già dal 1924 avevo eseguito in proposito una serie di ricerche sull'assorbimento di alcune aniline il cui idrogeno aminico era mono e bisostituito. Tali ricerche non poterono essere ultimate per il mio trasferimento a Bologna dove non ho potuto realizzare completamente la necessaria montatura sperimentale, ma mettevano in luce quantitativamente la dipendenza della banda a 3 μ delle aniline dalla presenza dell'idrogeno aminico e dal numero di tali idrogeni in molecola. Trovavo così che l'anilina (in confronto a quanto aveva già trovato Coblentz) presenta tra 2,8 e 4 μ una banda di assorbimento a 3,4 μ circa corrispondente a H legato direttamente al carbonio e una banda a 3 μ circa che supponevo essere la banda che si doveva attribuire all'idrogeno aminico.

Nell'anilina il cui idrogeno aminico era completamente sostituito viceversa non si osserva affatto la banda a 3 μ e nella zona suddetta si osservava una sola banda 3,3-3,4 μ corrispondente all'idrogeno legato direttamente al carbonio.

Le aniline monosostituite presentavano invece ambo le bande ma i coefficienti massini di assorbimento a 3 μ erano assai minori di quelli relativi ai composti a NH_2 non sostituiti.

Questi fatti mi portavano quindi nella considerazione che la banda a 3 μ fosse una manifestazione di oscillatori costituiti dall'idrogeno legato all'azoto.

Stava a conferma di tale posizione anche il fatto osservato da Coblentz (2) che trovava nello spettro dell'ammoniaca la banda a circa 3 μ (2,95). Anche l'andamento quantitativo dei dati da me determinati confermano tale ipotesi. Di queste mie ricerche sullo spettro dell'idrogeno aminico iniziate nel 1924 comunicai i primi risultati sia alla Società Ligustica di Scienze e Lettere di Genova nella seduta del 30 Maggio 1925, sia in una conferenza tenuta il 13 giugno 1925 alla Sezione Toscana della Ass. Ital. di Chimica Generale ed Applicata e mi proponevo di pubblicare le mie misure non appena le condizioni del laboratorio di Bologna mi avessero permesso di completarle.

(1) Investg. of. infr. spektr. Cernegie Inst. (1905).
(2) l. cit.

Digitized by Google

Contemporaneamente però ed a mia insaputa lavorava in America sullo stesso argomento J. Bell dell'Università Hopkins il quale potendo disporre dei mezzi necessari riusciva a pubblicare in diverse note a cominciare dal 5 agosto 1925 sul Journ. Amer. Chem. Soc. una serie di misure sullo spettro ultrarosso di composti contenenti gruppi aminici sia liberi sia sostituiti. Le misure di Bell concordavano qualitativamente con quelle già precedentemente da me effettuate. Il suddetto autore però non proponendosi lo scopo a cui ho accennato si è fermato solo al punto di vista qualitativo e cioè non ha dato i coefficienti molecolari di assorbimento nè ha cercato di stabilire le relazioni che potevano esistere tra tali dati e la costituzione delle molecole studiate.

Siccome tale studio quantitativo può confermare il punto di vista da me sostenuto in riguardo alle manifestazioni dell'idrogeno aminico ho creduto utile di calcolare (servendomi delle misure di Bell che si estendevano ad un numero più forte di composti che non le mie eseguite a Genova) i coefficienti molecolari delle bande a 3 e 3,5 μ circa e metterli in relazione con la costituzione delle molecole.

Nella seguente tabella ho riportati alcuni di questi valori ricavati da una serie di misure effettuate sotto la costanza dello spessore dello strato liquido esaminato.

Tabella 1.

Composto	H legati all'azoto	ε max a 3 μ circa	H legati al carbonio	ε max a 3,4 circa
Anilina	2	24,4	5	10,05
Metilanilina	1	17,9	8	22,10
n-Propilanilina	1	16,1	12	36,60
di-n-propilanilina	0	—	19	70,0
n-butilanilina	1	19,8	14	47,0
di-n-butilanilina	0	—	23	110,5
Isoamilanilina	1	20,6	16	63,6

Digitized by Google

Tabella 2.

Composto	H legati all'azoto	ε max a 3 μ circa	H legati al carbonio	ε max a 3,4 circa
α-naftilamina	2	17,75	7	12,0
metil-naftilamina	1	12,40	10	13,2
dimetilnaftilamina	0	—	13	25,3
etilnaftilamina	1	15,90	12	19,6
dietilnaftilamina	0	—	17	31,8

I dati calcolati ci confermano innanzi tutto quanto già qualitativamente si può osservare dalle curve e cioè:

a) tutti i composti che contengono nella molecola atomi d'idrogeno legati nell'azoto presentano la banda a circa 3 μ.

b) i composti contenenti gruppi NH_2 nei quali i due idrogeni siano ambo sostituiti non presentano la detta banda.

L'applicazione del criterio quantitativo seguito in questa nota mette in evidenza assai nettamente l'origine delle bande a 3 μ nei composti amidati rilevando:

a) Come al crescere del peso molecolare i composti di una data serie contenenti lo stesso numero di atomi di idrogeno aminico presentano valori pressochè uguali per il coefficiente di assorbimento a 3 μ mentre mettono in evidenza variazioni notevoli nei riguardi della banda a 3,4-3,5 μ relativa al CH.

Questo fatto si rileva anzi nettamente nell'unito diagramma (v. fig. 1) dove sono segnati valori di ε_{max} per composti contenenti tutti un idrogeno aminico ed un numero variabile di atomi di idrogeno legati al carbonio.

Le piccole variazioni relative ai coefficienti delle bande a 3 μ per composti aventi tutti un solo idrogeno aminico sono molto piccole se si confrontano con quelle relative ai valori di ε_{max} delle bande del C-H e ben a ragione si potrebbero attribuire ad errori sperimentali se si pensa che le due bande a 3 e 3-4 μ sono molto vicine e che con prisma di sale (come ha usato Bell) è molto facile che l'intensità delle bande a 3,3-3-4 μ possano influire su quelle a 3 μ. Infatti i precedenti scarti

Digitized by Google

osservati si riferiscono specialmente a composti caratterizzati da forti valori di ε_{max} per le bande a 3,3-3,4 μ.

Altro particolare degno di nota è che mentre per tutti i composti osservati da me finora (relativamente alle bande del

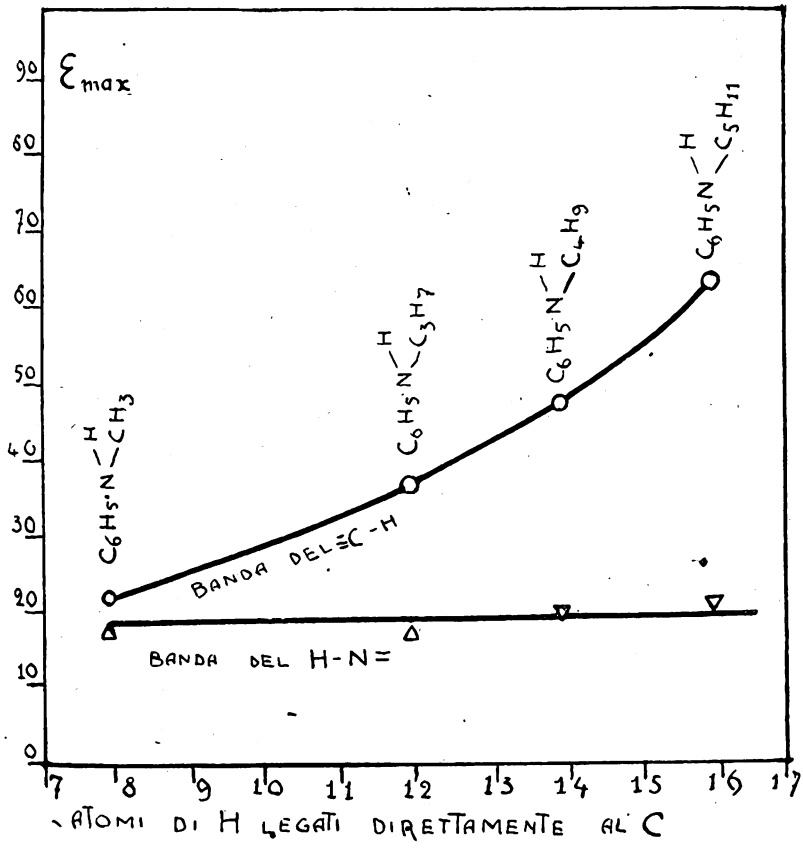


Fig. 1.

CH) il contributo al valore del coefficiente massimo di assorbimento, di un singolo CH diminuisce coll'aumentare del numero di CH presenti nella molecola per questi valori riferiti da Bell accade il contrario.

Sarebbe interessante vedere se ciò dipende da facili errori sperimentali data la vicinanza delle due bande a 3 e 3,4 μ o se pure tale andamento è caratteristico per questa serie di composti.

Digitized by Google

Ma su un esame assai dettagliato dell'assorbimento ultrarosso dei composti amidati voglio ritornare anche per un complesso di altre considerazioni non appena avrò la possibilità di farlo.

Così pure credo di notevole importanza estendere le misure (ed anche su questo avevo di già determinato qualche valore) ai composti idrazo derivati onde studiare comparativamente le manifestazioni spettrali nell'ultrarosso sia dell'idrogeno aminico sia dell'idrogeno legato all'azoto in tali composti.

Quanto sopra ho esposto costituisce un forte argomento in favore all'ipotesi di attribuire le bande a 3,0 μ circa dei composti contenenti idrogeno aminico ad oscillatori costituiti da atomi di idrogeno legati nella molecola direttamente all'azoto.

Bologna, Istituto di Chimica Generale della R. Università, Giugno 1926.

Digitized by Google

G. B. BONINO

COEFFICIENTI DI ATTIVITÀ E DEFORMABILITÀ DEGLI JONI

I. — Sulla dipendenza tra l'abbassamento crioscopico di una soluzione e le deformabilità degli joni in essa contenuti.

È noto che la condizione termodinamica dell'equilibrio di una soluzione dalla quale si deducono tutte le leggi *reali* della soluzione stessa si scrive:

$$\log K = \sum_{i=0}^{i=s} \nu_i \log \gamma_i f_i \qquad (1)$$

dove γ_i sono le concentrazioni molecolari, f_i i coefficienti di attività delle particelle (joni o molecole costituenti la soluzione), ν_i sono i rapporti molecolari che caratterizzano le trasformazioni virtuali per le quali la (1) invoca l'equilibrio.

Recentemente Debye e Huckel [1] partendo dall'ipotesi della dissociazione totale degli elettroliti forti hanno mostrato come si possa giungere ad un calcolo abbastanza approssimato dei coefficienti f_i per gli joni dei suddetti elettroliti calcolando l'energia potenziale degli joni stessi come se le forze interioniche che li sollecitano fossero esclusivamente delle forze elettrostatiche messe in giuoco dalle sole cariche elettriche degli joni.

Per soluzioni relativamente non concentrate i predetti autori giungono ad esprimere l'energia potenziale di un dato jone positivo con:

$$u = -\frac{\varepsilon^2 \chi}{D} \frac{1}{1 + \chi a}$$

[1] Phys. Zeits. 26, 95 (1925).

Digitized by Google

dove ε è in valore assoluto la carica dell'elettrone, D la costante dielettrica del mezzo, χ la distanza reciproca caratteristica data da

$$\chi = \sqrt{\frac{4\pi\varepsilon^2 N}{D_0 k T . 1000}} \sqrt{\Gamma}$$

(N = numero di molecole nella molecola grammo, D_0 costante dielettrica del mezzo, k costante di Boltzmann, T temperatura assoluta, $\Gamma = \sum_1^s c_i z_i^2$ dove c_i sono le concentrazioni in mol. litro dei singoli joni e z_i le cariche relative).

Il parametro a è il cosidetto raggio dell'jone dato.

Appunto su questa quantità a propongo di fermarmi in questa nota. Effettivamente la quantità a nel senso ad essa attribuito dal calcolo di Debye e Hückel più che il raggio del jone si definirebbe come la minima distanza alla quale gli joni circonvicini si possono avvicinare all'jone dato.

Debye e Hückel hanno calcolato tale parametro solo per pochi joni nè hanno potuto quindi estendere le loro considerazioni sull'andamento dei valori di tale parametro in relazione alla natura dell'jone al quale si riferisce.

Pur fermandomi per ora alla considerazione delle soluzioni non concentrate per le quali cioè si possa ancora senza errore notevole considerare la costante dielettrica del mezzo come uguale a quella del solvente puro, rilevo subito che il significato del parametro a è assai meno preciso e definito di quanto non possa apparire in un primo studio del calcolo di Debye. Infatti Debye e Hückel scrivono per il coefficiente di attività di un jone in una soluzione nelle suddette condizioni di concentrazione :

$$(1) \qquad \log f_i = -\frac{\varepsilon^2}{2 D_0 k T} \frac{\chi}{1 + \chi a} .$$

A questa espressione si giunge, come già dissi, considerando che le forze interjoniche siano costituite dalle forze dovute alle sole cariche degli joni e sotto tale ipotesi a assume il preciso significato sopraricordato. Però le forze dovute alle cariche degli joni non sono le uniche forze che sollecitano vicendevolmente gli joni stessi. È noto infatti come gli joni sotto l'influenza di un campo elettrico assumano un momento elettrico

Digitized by Google

proporzionale al campo stesso Ed è noto come Born [1] chiami appunto col nome di deformabilità di un jone la costante di tale proporzionalità. Ne verrà che l'energia potenziale di un jone rispetto a quelli che lo circondano oltre a essere data dall'energia relativa alle forze Coulombiane delle cariche sarà costituita ancora e dall'energia potenziale relativa alle azioni delle cariche degli joni sul jone dato considerato come un dipol e dall'energia potenziale relativa alle azioni reciproche dei momenti elettrici degli joni deformati.

Dunque il valore di log f_i calcolato col tener solo conto delle forze Coulombiane dovute alle cariche diferirà dal valore effettivo che noi potremo dedurre per esempio da misure sulle soluzioni nelle già esposte condizioni di concentrazione.

Or bene i valori di a non sono dati a priori bensì si deducono da questi valori sperimentali dei coefficienti di attività. Dunque è ovvio che i valori di a così dedotti non risponderanno alla loro definizione e cioè non dipenderanno solo dalla minima distanza alla quale gli joni ambienti si possono avvicinare al dato jone bensì dipenderanno pure dalla differenza tra i coefficienti di attività effettivi ed i coefficienti di attività che si deducono col calcolo di Debye e Hückel trascurando le azioni dovute ai momenti.

Sull'effetto dei momenti elettrici degli joni sull'energia potenziale degli stessi s'intrattiene pure Hückel mettendo in rilievo come tali momenti nelle soluzioni acquose possano assumere dei valori non trascurabili per effetto dell'intensità del campo intermolecolare dell'acqua solvente.

Ricordiamo ora che [2] il potenziale di un dipol si scrive:

$$\varphi = -\mu \operatorname{grad} r^{-1}$$

dove μ è il momento elettrico del dipol. Se supponiamo di avere una carica elettrica (un jone) che agisce su dei dipoli aventi momenti diversi come per es. possono essere joni disciolti e molecole di acqua solvente in una soluzione non concentrata si vede facilmente come per la maggiore forza attrattiva della carica sui dipoli a momento maggiore (molecole d'acqua) i dipoli a momenti minore (joni semplici) saranno sollecitati in effetto come da

---

[1] Zeits. f. Phys. 23 388 (1924).

[2] Christiansen Müller, Theoretische Physik pg. 288 ediz. 1921.

Digitized by Google

una forza repulsiva dalla carica stessa. E tale forza crescerà col crescere della differenza tra i momenti delle molecole di acqua solvente e i momenti degli joni.

Dunque per un jone fortemente deformabile ma sempre caratterizzato da un momento minore di quello della molecola d'acqua, la forza di repulsione sarà minore che per un jone debolmente deformabile. Cioè per un dato jone il coefficiente di attività sarà qualitativamente tanto maggiore di quello dato dalla (1) quanto minore sarà la sua deformabilità.

Si vede dunque facilmente dalla (1) che i valori di a dedotti sperimentalmente dal comportamento delle soluzioni saranno qualitativamente tanto maggiori (coeteris paribus) quanto minore è la deformabilità del jone a cui a si riferisce.

Dunque dalle considerazioni fatte nei precedenti periodi si dovrebbe concludere che i valori di a dedotti dai coefficienti di attività sperimentali dovrebbero crescere col crescere del raggio effettivo del jone e diminuire viceversa al crescere della deformabilità dell'jone stesso.

Ho voluto verificare tale conclusione ed espongo appunto nei paragrafi seguenti i criteri dei quali in tale verifica mi sono valso.

Per giungere da esperienze sulle soluzioni ai valori del parametro a per joni di elettroliti forti mi si presentavano due vie.

La prima era quella di determinare i coefficienti di attività dei singoli joni (o meglio di coppie di joni) coll'aiuto dei mezzi elettrochimici. E già ho iniziato in tale direttiva una seria sistematica di ricerche nel laboratorio di farmacologia della R. Università di Genova dove posso disporre di un moderno impianto elettrochimico e che spero di continuare nel periodo delle vacanze.

Per giungere ad una prima verifica delle conclusioni su esposte coi mezzi estremamente limitati che potevo trovare nell'Istituto di Chimica Generale di questa Università (Bologna) mi son valso invece della seconda via giungendo al calcolo del parametro a attraverso al coefficiente di attività del solvente di una soluzione contenente gli joni da sottoporre allo studio.

Tale coefficiente di attività del solvente si può dedurre con sufficiente approssimazione da misure crioscopiche sulle soluzioni.

Digitized by Google

È noto infatti come dalla condizione di equilibrio per una soluzione:

$$\log K = \sum_0^s \nu_i \log \gamma_i f_i$$

si deduca per l'abbassamento crioscopico della soluzione stessa (non concentrata):

$$\frac{\Delta T}{T_0} = \frac{R T_0}{q} \left[\sum_1^s \gamma_i - \log f_0 \right],$$

dove R, T, q hanno il solito significato loro attribuito nelle formole crioscopiche valide per le soluzioni infinitamente diluite, γ_i sono concentrazioni molecolari e f_0 è il coefficiente di attività del solvente.

Dunque da misure crioscopiche su soluzioni non concentrate si giunge al valore sperimentale di $\log f_0$.

Ora Huckel in base alla relazione (1) già esposta e tenendo cioè solo conto delle lorze elettrostatiche Coulombiane dovute alle cariche degli joni calcola per $\log f_0$:

$$\log f_0 = \frac{v_0}{1000} \frac{\varepsilon^2}{6 D_0 k T} \sqrt{\frac{4 \pi \varepsilon^2 N}{D_0 k T 1000}} \sqrt{\Gamma} \sum_1^s \Gamma_i \sigma (x_i)$$

dove v_0 è il volume molecolare del solvente, ε, D, k, T, N, Γ le quantità definite innanzi e $\Gamma_i = c_i z_i^2$ (c concentrazione dell'iesimo jone in mol. litro e z_i la sua valenza); $x_i = \chi a$.

E σ è il simbolo della funzione:

$$\sigma (x_i) = \frac{3}{a_i^3} \left[(1 + x_i) - \frac{1}{1 + x_i} - 2 \log (1 + x_i) \right]$$

che per piccoli valori di x si può scrivere:

$$\sigma (x_i) = 1 - \frac{3}{2} x_i + \frac{9}{5} x_i^2 - 2 x_i^3 + \ldots.$$

Siccome le crioscopie da cui dedurre $\log f_0$ devono riferirsi a soluzioni non concentrate per le quali (solvente acqua) il punto di congelamento è vicino a T = 273 ho calcolato sempre i valori numerici riferendoli a tale temperatura. Giungo perciò a scrivere per soluzioni acquose non concentrate:

$$^{10}\log f_0 = 0{,}0020511 \sqrt{\Gamma} \sum_1^s \Gamma_i \sigma (x_i)$$

Digitized by Google

Dato l'ordine di approssimazione del calcolo ho trovato che senza errore notevole si può sostituire a tale espressione quella più semplice:

$$^{10}\log f_0 = 0{,}0020511 \sqrt{\Gamma^3}\, \sigma\,(x_m)$$

dove

$$x_m = \frac{\sum_1^s \Gamma_i\, x_i}{\Gamma}\,.$$

Ricavando $\log f_0$ dalle esperienza di crioscopia si può giungere così mediante la (2) a ricavare $\sigma\,(x_m)$. Da questo valore si può ricavare facilmente x servendoci di una curva costruita coi valori di: $y = \sigma\,(x)$ per dati valori di x. Dal valore di x così ottenuto si ricava:

$$a_m = \frac{\sum_1^s a_i\, \Gamma_i}{\Gamma}$$

ricordando che in generale:

$$x_i = a_i\, \chi$$

e quindi per soluzioni acquose a 0° C.:

$$x_i = a_i\, .\, 0{,}229\, .\, 10^8 \sqrt{\Gamma}\,.$$

I dati crioscopici usati sono in parte quelli pubblicati dalle tabelle del Landolt ed in parte quelli pubblicati nella nota opera di Jones. « Hydrates in acqueos solutions » e per alcuni risultano da determinazioni appositamente eseguite.

È ovvio che il valore di a_m si riferisce a tutti gli joni del sale in soluzione. In generale per soluzioni che non superino la concentrazione normale metà si ottengono dei valori abbastanza concordanti per ciascun sale a diverse concentrazioni. Come è ovvio non è possibile giungere ad una coincidenza dei risultati dato che la concentrazione influisce pure essa sui valori di a così determinati.

Di tutti i valori ricavati per ciascun sale ho calcolato una media ponderata attribuendo maggior peso ai dati meno discordanti nonchè a quelli relativi a soluzioni più diluite.

Si è così giunti a determinare i valori di a per una certa serie di sali, valori che riproduco nelle tabelle seguenti:

Digitized by Google

Tabella 1.

Elettrolita	a_m 10^8	Elettrolita	a_m 10^8
LiCl	6,0	$MgCl_2$	9,5
NaCl	4,0	$CaCl_2$	5,3
KCl	2,5	$SrCl_2$	4,5
		$BaCl_2$	3,75

A conferma di questi dati ho calcolato gli abbassamenti crioscopici di soluzioni dei singoli sali impiegando i valori di a_m della tabella N. 1 e fino alla concentrazione di circa 0,15 N. Con tali valori calcolati ho tracciato la curva relativa in funzione delle concentrazioni ed ho trovato che i valori sperimentali stavano in modo soddisfacente su tali curve come si può rilevare dal confronto dei valori trovati e dedotti da tali curve teoriche di cui riporto alcuni esempi nelle tabelle seguenti:

C	LiCl	
	ΔT calc.	ΔT trov.
0,008236	0,027	0,0296
0,00992	0,034	0,0363
0,02019	0,070	0,0719
0,0455	0,160	0,159
0,09952	0,349	0,352

C	NaCl	
	ΔT calc.	ΔT trov.
0,00647	0,023	0,0233
0,01042	0,036	0,0373
0,0213	0,074	0,0758
0,0411	0,145	0,1453
0,08354	0,289	0,2897
0,118	0,405	0,407

Digitized by Google

C	KCl		C	$CaCl_2$	
	ΔT calc.	ΔT trov.		ΔT calc.	ΔT trov.
0,00644	0,023	0,0234	0,010	0,0514	0,0513
0,01023	0,036	0,0367	0,0502	0,242	0,243
0,02084	0,074	0,074	0,1006	0,477	0,482
0,02916	0,103	0,103			
0,06	0,207	0,206			
0,0757	0,258	0,264			
0,1174	0,396	0,398			

Per ricavare dai valori medi del parametro a i valori per i singoli joni si presentano delle notevoli difficoltà poichè bisognerebbe innanzi tutto conoscere a priori il valore relativo ad un jone, secondariamente si dovrebbero a rigore ritenere tali valori variabili a seconda degli altri joni presenti se si considera la dipendenza di a dai momenti degli joni presenti e quindi dalla loro natura.

Anche a prescindere da quest'ultima osservazione dato che le azioni più forti sono quelle relative alle cariche elettriche sui dipoli anzichè quelle dei dipoli fra di loro (non considero per ora come ben s'intende le azioni delle cariche sulle cariche) resta l'incertezza sul valore da attribuire ad un singolo jone per poter poi coll'aiuto della relazione:

$$a_m = \frac{\Sigma a_i \Gamma_i}{\Gamma}$$

risalire ai valori singoli.

Allo scopo che mi propongo (e cioè di paragonare fra loro i diversi valori di a dei singoli joni relativamente alla natura degli joni stessi) mi sarebbero sufficienti dei valori relativi di questi sciegliendone in modo arbitrario uno e ricavando poi gli altri. Nella scelta del valore ho seguito però un procedimento non del tutto arbitrario. Ricordo infatti come l'jone cloro e l'jone potassio abbiamo agli effetti della conducibilità elettrica la stessa mobilità.

Digitized by Google

Ora un recente lavoro di Debye (1) sul calcolo dei coefficienti di conducibilità delle soluzioni di elettroliti forti ci mostra l'analogia che in parte esiste tra le forze che determinano i coefficienti di conducibilità e di attività in una soluzione. In base a tale osservazione ho scelto come valore arbitrario onde avere i valori relativi del parametro a quello che si può ricavare ponendo l'eguaglianza tra i valori di a del jone cloro e del jone potassio. Cioè:

$$a_{Cl} = a_K = 2{,}5 \times 10^{-8}.$$

Del resto anche Hückel opera in modo analogo per ricavare il valore di δ dell'jone cloro.

Da questa posizione ho potuto ricavare i valori seguenti:

Nome del jone	$a \cdot 10^8$	sale del quale si è ricavato a
$Li^{\cdot}$	9,5	LiCl
$Na^{\cdot}$	5,5	NaCl
$K^{\cdot}$	2,5	KCl
$Mg^{\cdot\cdot}$	13,00	$MgCl_2$
$Ca^{\cdot\cdot}$	6,70	$CaCl_2$
$Sr^{\cdot\cdot}$	5,50	$SrCl_2$
$Ba^{\cdot\cdot}$	4,37	$BaCl_2$

Tali valori relativi del parametro a saranno paragonabili fra di loro anche per il fatto che sono valori sperimentali relativi a sali aventi tutti lo stesso anione cloro. Vediamo frattanto come i valori di a riportati nella tabella si possono raggruppare in due serie: una per i metalli alcalini e una per quelli alcalini terrosi. Per ciascuna serie vediamo che il valore di a procede in senso inverso ai raggi veri degli joni. Infatti le dimensioni effettive degli joni aumentano coll'aumentare del numero atomico in ciascuna delle due serie considerate, viceversa i valori di a diminuiscono. D'altra parte osserviamo che, come già avevo previsto tali valori procedono in senso inverso della deformabilità degli joni stessi.

(1) Phys Zeits. 24, 15, 1316 (1923).

Digitized by Google

Questi due rilievi vengono facilitati dall'osservazione delle due seguenti tabelle nelle quali ho raggruppati i valori della deformabilità e dei raggi effettivi degli joni considerati.

Deformabilità degli joni (Born Zeits f. Phys. 23, 6, 401 1924).

Jone	$\alpha\ 10^{24}$	Jone	$\alpha\ 10^{24}$
$Li^{\cdot\cdot}$	0,075	$Mg^{\cdot\cdot}$	0,12
$Na^{\cdot\cdot}$	0,21	$Ca^{\cdot\cdot}$	0,57
$K^{\cdot}$	0,87	$Sr^{\cdot\cdot\cdot}$	1,42
		$Ba^{\cdot\cdot}$	2,08

Raggi degli joni (Grimm e Woulf Zeits Phys. Chem. 119, 34, 271 1926).

Jone	$r\ 10^{8}$	Jone	$r\ 10^{8}$
$Li^{\cdot\cdot}$	0,300	$Mg^{\cdot\cdot}$	0,44
$Na^{\cdot\cdot}$	0,517	$Ca^{\cdot\cdot}$	0,715
$K^{\cdot}$	0,794	$Sr^{\cdot\cdot\cdot}$	0,867
		$Ba^{\cdot\cdot\cdot}$	1,06

Il valore del litio è stato estrapolato dall'andamento dei raggi dei metalli alcalini in funzione del loro numero atomico.

Per verificare la conclusione teorica alla quale si è giunti nelle pagine precedenti ho paragonato l'andamento dei valori di a con quello del rapporto

$$\frac{\text{raggio effettivo dell'jone}}{\text{deformabilità}} = \xi$$

Dato che (come si disse) si prevedeva qualitativamente che i valori di a sarebbero dovuti aumentare coll'aumentare del raggio vero degli joni e diminuire coll'aumentare della deformabilità (v. fig. 1).

Digitized by Google

L'andamento dei valori di a in funzione di ξ confermano pienamente le vedute esposte in questa nota. Si trova anzi che

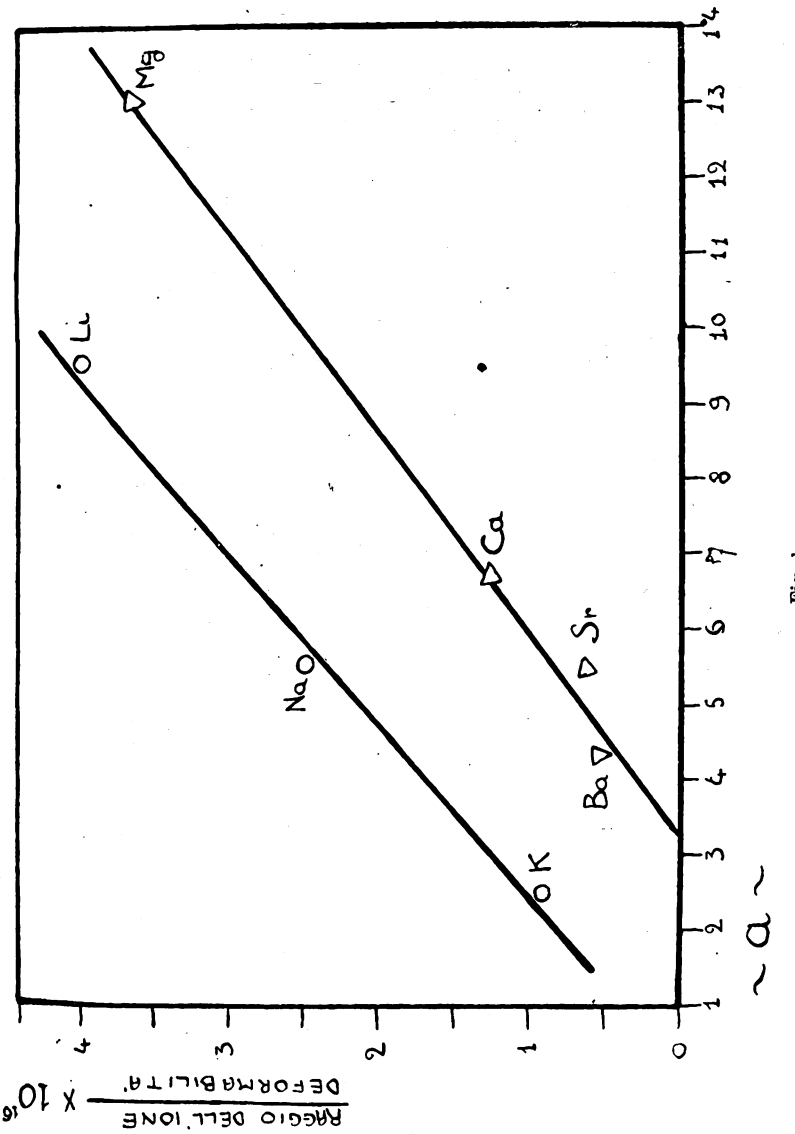


Fig. 1.

le due serie di valori sono legati da una relazione sensibilmente lineare (v. fig. 1) che potrebbe permettere di risalire da espe-

Digitized by Google

rienze sulle soluzioni ai valori della deformabilità degli joni. Onde mostrare la quasi perfetta linearità di tale relazione raduno nella seguente tabella i valori della deformabilità degli joni considerati calcolata dalle esperienze crioscopiche sulle soluzioni coll'aiuto del diagramma della figura 1, accanto a quelle dedotte da Born per altra via.

Jone	Deformabilità da esperienze crioscopiche	Dedotte da Born
$Li^{\cdot}$	0,0732	0,075
$Na^{\cdot}$	0,217	0,21
$K^{\cdot}$	0,794	0,87
$Mg^{\cdot\cdot}$	0,122	0,12
$Ca^{\cdot\cdot}$	0,57	0,57
$Sr^{\cdot\cdot}$	1,084	1,42
$Ba^{\cdot\cdot}$	2,65	2,08

La concordanza è notevole specialmente se si considera che certi valori della deformabilità di Born si devono ritenere approssimate a circa il 20 %. *La relazione trovata è la prima relazione quantitativa che fino ad oggi si è cercato di porre tra le deformabilità degli joni e le proprietà delle loro soluzioni.*

È ovvio che il metodo crioscopico non è certo il metodo più esatto per giungere a determinare i valori del parametro *a* ed attendo da esperienze elettrochimiche assai più precise a tale scopo i dati che mi permettano di completare questo studio. Ma su tali ricerche insieme ad alcuni interessanti rilievi sugli analoghi valori per gli joni negativi spero di ritornare presto in un' altra nota.

Bologna Istituto di Chimica Generale della R. Università, Giugno 1926.

Digitized by Google

G. B. BONINO

COEFFICIENTI DI ATTIVITÀ E DEFORMABILITÀ DEGLI JONI

II. — Sulla dipendenza tra il parametro δ della teoria di Hückel per le soluzioni concentrate di elettroliti forti e la deformabilità degli joni in esse contenuti.

In una nota precedente ho mostrato come esista una stretta dipendenza tra il parametro a (« raggio » di un jone) in una soluzione di elettroliti forti e la deformabilità dell'jone al quale a si riferisce.

Tale dipendenza si dimostra per soluzioni non concentrate nelle quali a era l'unico parametro empirico lasciato dalla teoria di Debye nei calcoli. La nota precedente mostrava dunque come a definire il significato di tale parametro intervenisse, oltre che il raggio dell'jone, anche la deformabilità dell'jone stesso.

Passando alle soluzioni concentrate la teoria di Debye Hückel introduce un nuovo parametro nei calcoli: la quantità δ.

Tale quantità viene definita da Hückel come l'abbassamento della costante dielettrica provocato nelle soluzioni dall'introduzione di un mol-litro di un jone della specie alla quale δ si riferisce. Ma Hückel stesso non trascura di rilevare come tale definizione sia del tutto formale e fonomenologica e come la definizione dettagliata del parametro δ debba comprendere tutto un processo di azioni nelle quali hanno parte importante i momenti elettrici degli joni.

È utile infatti ricordare come Hückel esprima il coefficiente di attività f_i di un jone con:

$$\log f_i = \log f_i^0 + \log f_i^*$$

In $\log f_i^0$ sono espressi i termini relativi alle azioni coulombiane delle cariche degli joni supposti in un mezzo a co-

Digitized by Google

stante dielettrica pari a quella del solvente puro. In log f_i* Hückel tenta di raggruppare tutte le altre azioni che si possano svolgere tra gli joni di una soluzione all'infuori delle azioni coulombiane fra le cariche degli joni stessi.

Hückel tratta tutte queste azioni in modo preliminare e fenomenologico come se il loro effetto si potesse ritrovare in un abbassamento della costante dielettrica del mezzo prodotto dalla presenza degli joni.

Indicando allora con D la costante dielettrica « efficace » così definita e con D_0 la costante dielettrica del solvente puro, Hückel pone:

$$D = D_0 - \sum_1^s \delta_i c_i$$

dove c_i sono concentrazioni in molecole-grammo litro.

Tale posizione porta a scrivere per log f_i* dei valori positivi mentre log f_i^0 è sempre negativo. Dunque l'effetto sopraricordato importa una spesa di lavoro (che aumenta con δ) per portare un jone da una soluzione « ideale » ad una soluzione « reale ».

Consideriamo ora brevemente l'influenza del momento elettrico dell'jone su tale quantità. Ricordiamo l'espressione del potenziale di un « dipol »:

$$\psi = -\mu \text{ grad } r^{-1}$$

dove μ è il momento elettrico e r ha le dimensioni di una distanza.

Come già ho dimostrato in una nota precedente (1) ne dovremo concludere che gli joni di una soluzione concentrata tenderanno per ciò che riguarda le cariche degli stessi sul momento dell'jone che dobbiamo introdurre (e viceversa) a respingere questo tanto più quanto maggiore sarà la differenza tra il momento elettrico della molecola del solvente e quello dell'jone in parola (e tale differenza è sempre positiva nel caso di joni semplici in soluzioni acquose).

Dunque la spesa di lavoro necessaria per portare un jone a momento elettrico inferiore a quello di una molecola d'acqua da una soluzione acquosa « ideale » ad una soluzione acquosa « reale » sarà qualitativamente tanto maggiore quanto minore sarà il momento dell'jone stesso e quindi (a parità di campo) quanto minore sarà la sua deformabilità.

(1) V. pure Hückel, Phys. Zeits., 26, 96 (1925).

Digitized by Google

Potremo quindi prevedere per tale effetto un aumento di δ col diminuire della deformabilità dell'jone. D'altra parte come già osserva Hückel e come del resto è facile vedere δ crescerà col crescere del volume di acqua (solvente) spostato dal dato jone e perciò dovrà crescere qualitativamente per es. col raggio dell'jone.

Questi due rilievi mi hanno indotto a cercare di rappresentare i valori di δ (come già feci in altra nota per i valori di a) in funzione del rapporto $\frac{\text{raggio dell' jone}}{\text{deformabilità}}$. Stando a quanto si è detto si provede dunque un aumente di δ coll'aumentare del rapporto sopra citato.

Un confronto di tali previsioni coi fatti sperimentali era malagevole coi pochi dati pubblicati da Hückel. Recentemente però (luglio 1926) è apparso un lavoro di Harned e Akerlof (1) che riporta una fitta serie di risultati sperimentali di determinazioni elettrochimiche di coefficienti di attività i quali permettono di poter considerare una serie di valori di δ a cui attribuire un certo significato.

Ricordo a tale proposito l'espressione del log del coefficiente di attività di un jone a 25° in soluzione acquosa:

$$^{10}\log f_i = {}^{10}\log f_i^0 + {}^{10}\log f_i^*$$

$$^{10}\log f_i^0 = - z_i^2\, 0{,}354\, \sqrt{\Gamma}\, \frac{1}{3} \left[2\, \chi(x_i) + \sum_1^s \frac{\Gamma_j}{\Gamma}\, \sigma(x_j) \right]$$

$$^{10}\log f_i^* = 0{,}0194 \cdot 10^{-8} \left[\frac{z_i^2}{a_i}\, \frac{1}{1+x_i} \left(\sum_1^s \delta_j\, c_j \right) + \delta_i \sum_1^s \frac{\Gamma_j}{a_j}\, \frac{1}{1+x_j} \right]$$

$$- 0{,}00225\, \sqrt{\Gamma} \left(\Sigma\, \delta_j\, c_j \right) \Sigma\, \frac{\Gamma_j}{\Gamma}\, \frac{1}{(1+x_j)^2}$$

$$+ 0{,}000246 \cdot 10^{-8} \left\{ \frac{z_i^2}{a_i} \left[\frac{3}{4}\, \frac{1}{1+x_i} + \frac{1}{4}\, \frac{1}{(1+x_i^2)} \right] \left(\sum_1^s \delta_j\, c_j \right)^2 \right.$$

$$\left. + 2\, \delta_i \left(\sum_1^s \delta_j\, c_j \right) \sum_1^s \frac{\Gamma_j}{a_j} \left[\frac{3}{4}\, \frac{1}{1+x_j} + \frac{1}{4}\, \frac{1}{(1+x_j)^2} \right] \right\}$$

(rimando per il significato dei simboli alle note di Hückel o ai miei precedenti lavori di questa serie).

---

(1) Phys. Zeits. 27, 411 (1926).

Digitized by Google

Dai coefficienti sperimentali è possibile dunque risalire ai δ_i.

Raggruppo nella tabella seguente questi valori:

Composizione della soluz.	Jone a cui δ si riferisce	δ
Miscugli di solfati alcalini e idrati alcalini	K	+ 1,6
	Na	+ 3,9
	Li	+ 9,9
Solfati alcalini in soluzione acida per acido solforico	K	+ 3,2
	Na	+ 7,8
	Li	+ 19,8
Cloruro alcalino-terrosi	Ca	+ 37,4
	Sr	+ 20,4
	Ba	+ 15,0

Nella fig. 1 sono riportati graficamente gli andamenti del parametro δ con il rapporto $\frac{\text{raggio}}{\text{deformabilità}}$ che confermano le previsioni dei precedenti paragrafi. Come si vede esistono delle relazioni definite e probabilmente semplici tra i due ordini di valori. Si vede pure già dalla curva della fig. 1 come tali relazioni dipendano dalle caratteristiche chimiche degli joni tanto che si possono raggruppare con due curve ben distinte gli elementi alcalini e quelli alcalino terrosi e come dipendano a parità di caratteristiche chimiche dalla natura dell'ambiente nel quale gli joni si trovano. E ciò si osserva nettamente nel diverso andamento dei dati che pur si riferiscono agli stessi joni alcalini se in soluzione alcalina o acida.

La teoria delle soluzioni degli elettroliti di Debye-Hückel non ha ancora raggiunto certo la sua forma definitiva. La presenza nelle espressioni da essa dedotte di parametri non aventi

Digitized by Google

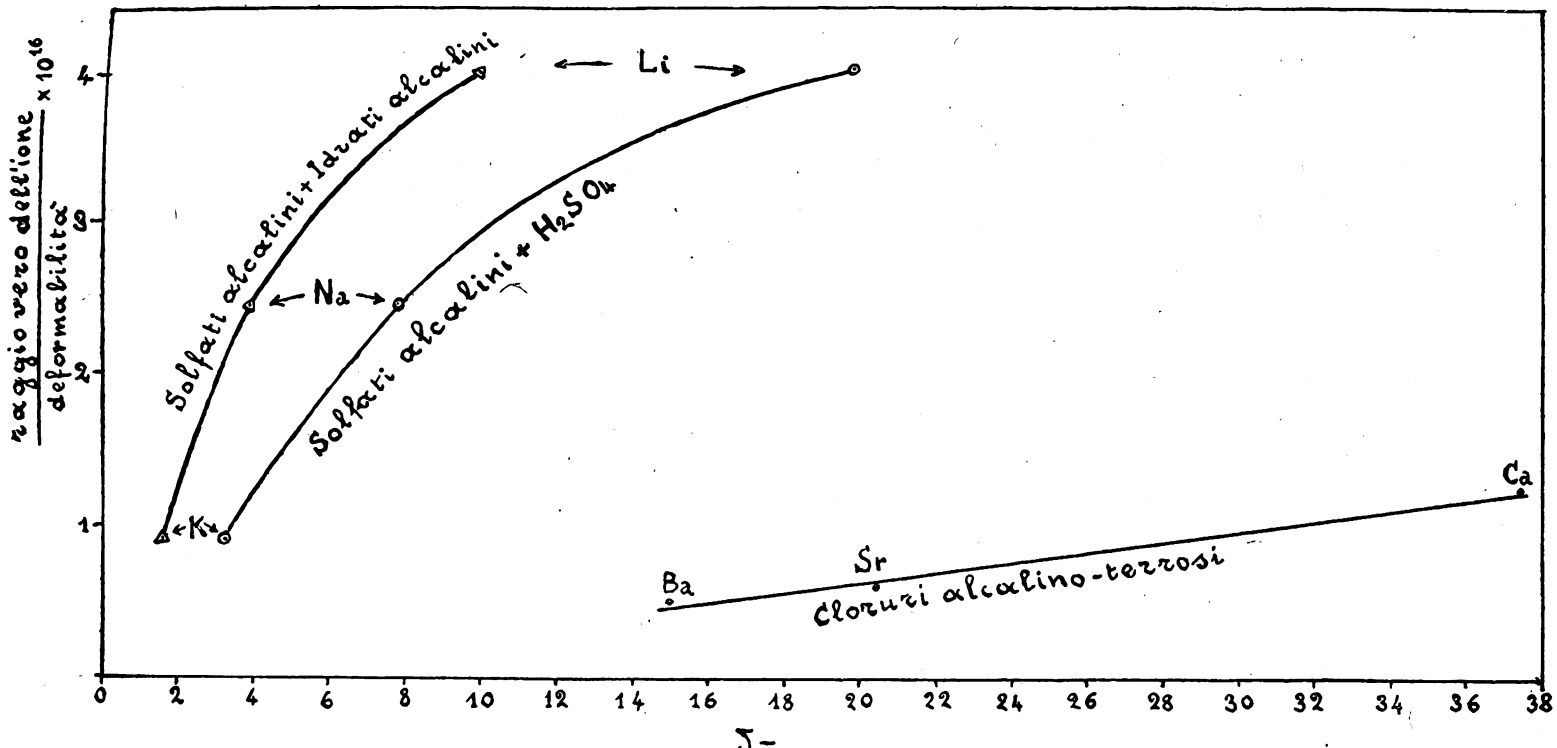


Fig. 1.

Digitized by Google

ancora un significato quantitativamente definito è prova di quanto resti ancora a fare in questo campo sotto il punto di vista teorico. Ma data la complicatezza della cosa (di cui ben si rende conto Hückel) occorrerà prima di fare altri passi in avanti di poter possedere tutta una fitta serie di dati sperimentali, coordinarli, rintracciarvi le relazioni esistenti colle quantità fisiche che interessano il problema e sull'interpretazione di queste svolgere i nuovi tentativi del necessario completamento della teoria stessa.

Appunto in tale direttiva ho messo in evidenza i rilievi di questa nota e della precedente sui raggi degli joni, trovando così delle relazioni notevoli la cui generalizzazione offre all'esperienza un largo campo di ricerche. Ma queste relazioni e questi rilievi assumono pure un altro significato ed un'altra importanza in quanto costituiscono il primo tentativo di giungere dalle proprietà delle soluzioni alla conoscenza delle deformabilità degli joni e viceversa; ovverosia anche di poter giungere a prevedere in base alla struttura fisica degli ioni quella parte delle proprietà delle loro soluzioni che dipendono da particolarità singolari e caratteristiche di ciascun jone.

Ed anche sotto questo punto di vista, permettendomelo i mezzi, spero di poter allargare la ricerca che potrebbe già a breve scadenza assumere in certi casi un'utilità notevole come nuovo metodo per la determinazione delle deformabilità degli joni.

Bologna, Istituto di Chimica Generale della R. Università, Luglio 1926.

Digitized by Google

G. B. BONINO

COEFFICIENTI DI ATTIVITÀ E DEFORMABILITÀ DEGLI JONI

III. — Alcuni rilievi sulle costanti dell'jone ossidrile.

In una nota precedente (Nota II) ho mostrato come esista una stretta e regolare dipendenza tra le deformabilità degli joni ed il parametro δ che figura nelle espressioni dei coefficienti di attività della teoria di Debye-Hückel.

Queste relazioni oltre a contribuire ad una più esatta definizione di tale parametro mettono in rilievo un mezzo col quale studiare il dinamismo degli joni in una soluzione di elettroliti forti. Lo spostamento della curva dei valori di δ per i metalli alcalini in soluzione acida ed alcalina ne era un primo esempio.

In quest'ordine di idee mi è parso interessante rilevare in questa nota alcune particolarità relative all'jone ossidrile.

Dalle misure di Harned ed Akerlöf [1] si possono ricavare i valori di δ per l'jone ossidrile in soluzioni di idrati alcalini (idrato di litio, sodio e potassio) nonchè per soluzioni di idrati alcalini e solfati degli stessi metalli.

Riporto nella seguente tabella i valori così ricavati nonchè, a maggiore chiarezza, le deformabilità degli joni alcalini a cui le misure si riferiscono.

---

[1] Phys, Zeits. 27, 411, (1926).

Digitized by Google

Composiz. delle soluz.		Jone a cui δ si riferisce	δ	Deformabilità 10^{24}
Idrati alcalini	KOH	OH	+ 16,1	K = 0,87
	NaOH		+ 5,1	
	LiOH		− 15,4	
Idrati alcalini e solfati alcalini	$KOH + K_2SO_4$	OH	+ 8,0	Na = 0,21
	$NaOH + Na_2SO_4$		+ 2,5	
	$LiOH + Li_2SO_4$		− 7,7	Li = 0,075

Dall'esame della tabella 1 vediamo innanzi tutto come il valore di δ dell'jone OH aumenti, a parità delle altre condizioni, coll'aumentare della deformabilità del catione col quale trovasi in equilibrio elettrico. Tale fatto si rileva anche per i valori di δ dell'anione SO_4 dedotti dalle misure dello stesso Harned:

Soluz.	δSO_4
K_2SO_4	− 17,2
Na_2SO_4	− 19,7
Li_2SO_4	− 33,3

Un'altro fatto messo in rilievo dai valori di δ relativi all'anione ossidrile è l'influenza di altri sali presenti nella soluzione sull'andamento dei valori di δ_{OH}.

Tale andamento si rileva nettamente nelle curve della fig. 1 relative a soluzioni di idrati alcalini puri e di idrati e solfati alcalini. L'aggiunta di solfati alcalini infatti mentre porta una diminuzione nei valori di δ positivi dell'jone OH in equilibrio con joni potassio e sodio porta un aumento nel valore relativo al litio che è negativo.

Digitized by Google

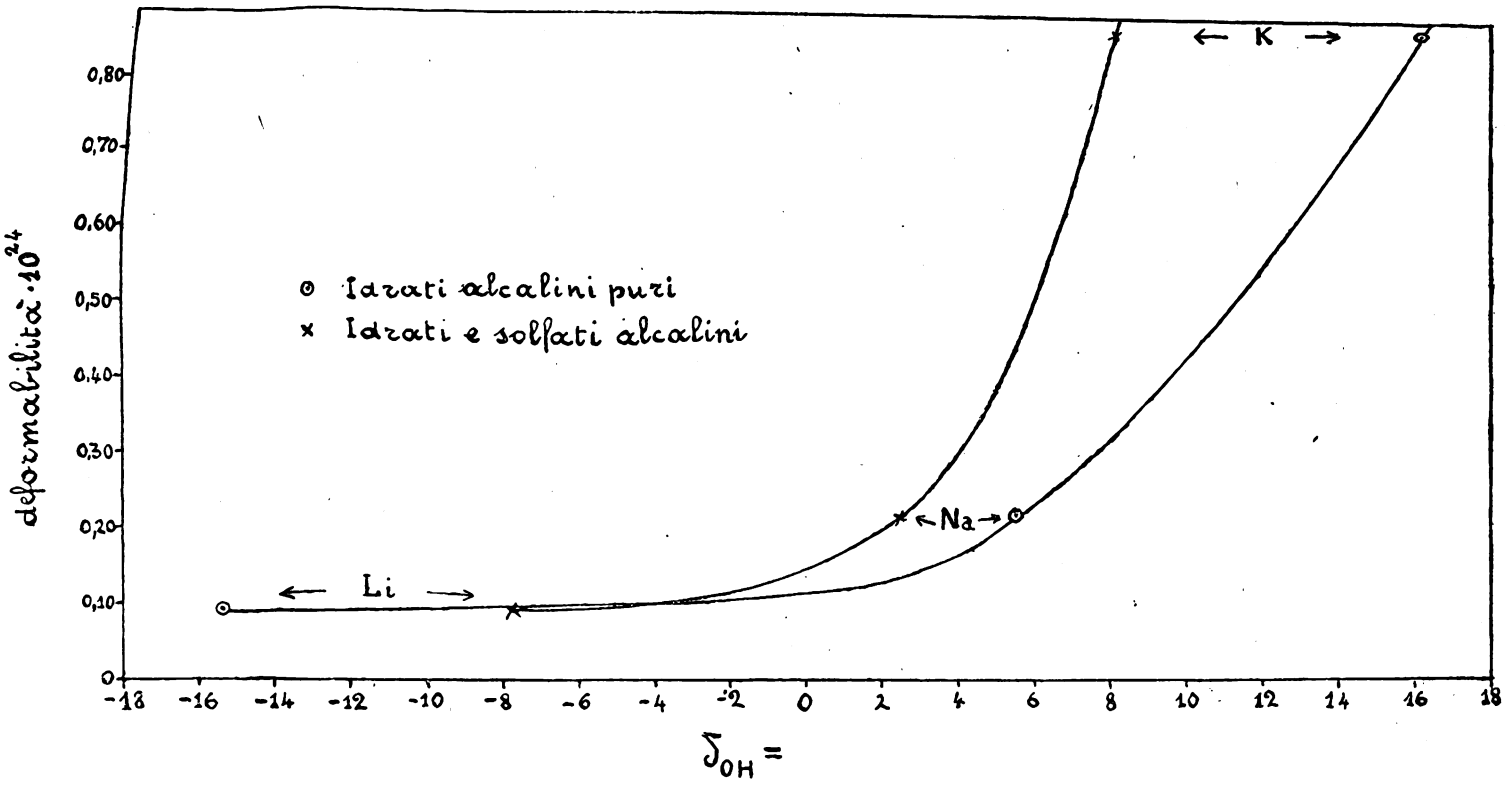


Fig. 1.

Digitized by Google

Dunque l'aggiunta dei solfati alcalini relativi diminuisce il lavoro necessario del processo dei momenti a portare un jone ossidrile da una soluzione ideale di KOH e di NaOH ad una soluzione reale degli stessi idrati mentre agisce in senso inverso nel caso del litio.

Mi pare poi di uno spiccato interesse il fatto che col diminuire della deformabilità dell'jone metallico col quale l'ossidrile è in equilibrio il valore di δ_{OH} diminuisce non solo ma, passando per un valore nullo, giunge pure a valori negativi per joni (quali quello del litio) dotati di una deformabilità, relativamente assai piccola. Ricordiamo che il segno positivo ai valori di δ_{OH} significa che per ciò che si riferisce alle forze interioniche (all'infuori di quelle delle cariche sulle cariche) occorre spendere lavoro per portare un jone ossidrile dalla soluzione ideale a quella reale, cioè tale lavoro nel senso termodinamico è positivo. Siccome il lavoro relativo alle forze coulombiane è sempre negativo ne verrà in conclusione come una diminuzione delle forze coulombiane per effetto delle altre forze dovute alla polarizzazione degli joni.

Viceversa nelle soluzioni ai LiOH (il litio ha un momento assai piccolo) essendo δ_{OH} negativo il processo dei momenti ci porterà ad un lavoro negativo cioè ad un aumento delle forze attrative che risulteranno quindi più forti di quello che non possa prevedere la semplice teoria di Debye sulla base delle forze coulombiane delle cariche e di quello che non riesca a prevedere anche la teoria di Hückel che mantiene nella forma originale l'ipotesi di valori positivi per δ. Abbiamo dunque un esempio in questa serie di tre basi forti di un andamento delle proprietà dell'anione OH che riscontriamo molto accentuato ed in linea generale per gli anioni degli acidi deboli.

E noto infatti come per es. le forze interioniche tra gli joni di un sale di un acido debole e di una base alcalina (es. acetato di potassio) siano di un ordine di grandezza tale da classificare questi sali come « elettroliti fortemente dissociati » mentre gli stessi anioni se in equilibrio con joni idrogeno (acidi deboli) che posseggono verosimilmente una deformabilità trascurabile rispetto a quelle degli joni potassio e sodio mostrano delle forze interioniche assai intense tanto da classificarsi come « elettroliti deboli ». Ed ho mostrato in un precedente lavoro come appunto in questo caso i valori di δ assumano segno negativo.

Digitized by Google

Tale andamento è dunque perfettamente parallelo a quello che ho rilevato per i tre idrati alcalini. Sotto questo punto di vista il trattare gli elettroliti deboli sotto l'ipotesi della totale dissociazione non costituirebbe che estendere in un più ampio ma continuo campo di variabilità quell'andamento del parametro δ che abbiamo ora rilevato in casi propri agli elettroliti forti costituiti in parte da joni non mono-atomici. Tale ampliamento sarebbe giustificato dal maggiore ordine di grandezza che compete ai momenti degli anioni per es. degli acidi deboli che in generale saranno più deformabili degli joni semplici oltre a possedere dei momenti permanenti.

La presente nota dunque oltre a mettere in rilievo agli effetti delle proprietà delle sue soluzioni le caratteristiche dell'jone ossidrile relativamente alla natura dei cationi coi quali è in equilibrio, mostra come nelle soluzioni di idrati alcalini si verifichi un aumento delle azioni interioniche col diminuire delle deformabilità del catione, aumento che porta già per tali soluzioni a valori negativi di δ_{OH} nel caso in cui gli joni coi quali l'OH è in equilibrio abbiano una piccolissima deformabilità. Si nota il parallelismo tra questo andamento e quello degli anioni degli acidi deboli per i quali (se si voglion trattare sotto il punto di vista della totale dissociazione) si possono prevedere valori positivi di δ se in equilibrio a cationi (per es. metalli alcalini) a maggiore deformabilità mentre presentano valori negativi se in equilibrio con joni idrogeno caratterizzati a parità di carica, da una deformabilità praticamente nulla di fronte a quella dei metalli degli joni alcalini stessi.

In questa direttiva sarebbe interessante possedere molto materiale sperimentale relativamente agli acidi deboli ed ai loro sali alcalini onde poter stabilire lentamente quei capisaldi che ci possono permettere una discussione completa sullo stato degli elettroliti deboli stessi. Ma anche su questo spero di poter presto ritornare.

Bologna, Istituto di Chimica Generale della R. Università.
Luglio 1926.

Digitized by Google

MARIO G. CELLE

ALCUNE QUESTIONI INTORNO AL POEMA DI VALERIO FLACCO

Non credo inutile aggiungere qualche osservazione alla non scarsa letteratura critica sul poema di Valerio Flacco, richiamando l'attenzione sopra alcune questioni intorno ai suoi « Argonautica » :

***

Walter C. Summers a pag. 29 del suo *Study of the Argonautica of Valerius Flaccus* (1) spende qualche parola sull'incontro di Giasone e Medea del V libro degli « Argonautica » (vv. 377 segg.) che considera reminiscenza virgiliana (egli pensa all'incontro di Enea e Venere del I° libro dell'Eneide). Senza dubbio non nel primo libro dell'Eneide trovò l'ispirazione Valerio Flacco, bensì nel VI libro dell'Odissea (si veggano i versi 150 segg.: *εἰ μέν τις θεός κτλ* che corrispondono a Val. V, 378 segg.: *Si dea, si magni decus* etc.). A prescindere dal diverso svolgimento del colloquio, non è il caso di pensare a Virgilio, quando in Omero sono anche identiche le circostanze.

***

È invece evidente reminiscenza virgiliana la visita di Giasone al tempio di Febo nella Colchide (Arg. V, 407-54) ricalcata su quella d'Enea al tempio di Giunone nella Libia (Virg.

(1) Cambrigde — Deighton, Bell. and Co — 1894.

Digitized by Google

En. I, 453-93). A Giasone come ad Enea è riservata la dolce sorpresa d'apprendere che non son sconosciute le gesta sue e di sua gente in terra a lui ignota.

Ma qui si credette vedere un tratto originale (v. ad es. Réné Harmand — De C. V. Flacco Ap. Rh. imitatore (1) p. 123). In realtà il nostro poeta non va qui servilmente sulle orme di Virgilio, giacchè mentre Enea sulle pareti dipinte del tempio di Giunone ammira le sue ormai superate prove e si rattrista alla rievocazione del suo passato, Giasone non riesce a ben penetrare il mistero di quel lungo succedersi di strane scene di cui è istoriato il tempio di Febo, che pure debbon riferirsi al suo avvenire. Ma chi abbia presente la descrizione dello scudo d'Enea non può vedere qui, come l'Harmand, vera originalità. I mantici ed il martello dello stesso Vulcano, il divino artefice del metallo, per il tempio di Febo come sullo scudo d'Enea creano mirabili rappresentazioni degli eventi futuri. Come altrove non di rado due differenti modelli si fondono nell'imitazione di Valerio, qui sono fusi due passi del medesimo autore.

***

Tra i critici di Valerio Flacco il più diligente, l'Harmand (1), « non ha escluso » che il poeta avesse presenti Orazio (III, 2) e Pindaro (Pitica IV), ma nemmeno lui ha creduto possibile instituire un vero parallelo. Io vi vedo con il poema degli « Argonautica » una stretta rispondenza. Si rammentino quèi versi d'Orazio III, 2, 6-12:

.....Illum ex moenibus hosticis
Matrona bellantis tyranni
Prospiciens et adulta virgo
Suspiret: — Eheu! ne rudis agminum
Sponsus lacessat regius asperum
Tactu leonem, quem cruenta
Per medias rapit ira caedes!

E in verità sotto le mura della città di Eeta come leone infuria il figlio di un popolo la cui fiaccola di civiltà doveva

(1) Nancy — Berger-Levrault — 1898.

Digitized by Google

illuminare il mondo, ma figlio gagliardo quanto intelligente e vigoroso. Tale è il giovane romano vagheggiato da Orazio. In Giasone ve lo vedo adombrato. In fondo la scena è la medesima. L'adulta vergine, figlia al barbaro tiranno, lo ammira attonita dai nemici baluardi (Val. Arg. VI, 575 segg.), ammira lui soltanto fulgente nel suo valore, nè si tratta qui come in Omero (che insieme con Orazio è preso a modello) d'una vera e propria rassegna d'eroi.

Interesse maggiore ha Pindaro che, in una delle sue *odi* più belle per consenso unanime dei critici, espone in tutto il suo svolgimento, sebbene in forma liricamente concisa, il mito degli Argonauti. L'ode è, come è stato avvertito, la pitica IV, ad Arcesilao IV re di Cirene per la vittoria da lui riportata con la quadriga nei giochi pitici dell'anno 462 av. Cr.

Inaspettato giunge a Jolco Giasone. Pelia lo incontra sulla piazza e lo richiede ansioso dell'origine sua. Quindi l'eroe è accolto festosamente nella casa paterna. Recatosi da Pelia, gli rivela sereno e risoluto il motivo della sua venuta. Il tiranno lo invita a compiere in sua vece l'ardua impresa con la promessa di cedergli il trono al suo ritorno. Partiti gli Argonauti verso l'ignota Colchide, la nave Argo supera la prova delle Simplegadi e vincitore è finalmente Giasone nella terra di Eeta per le magiche arti di Medea. Segue l'arrivo degli Argonauti a Lemno, donde una generazione di prodi (i Battiadi) partirà per colonizzare mista con i Lacedemoni l'isola di Tera, dalla quale muoveranno più tardi i coloni di Cirene. Nessuna importante modificazione al racconto mitologico (la tradizione è quella stessa seguita da Valerio), se si eccettui l'arrivo a Lemno al ritorno anzichè durante il viaggio d'andata, ma ciò si richiedeva per la glorificazione del trionfatore pitico. È uno stupendo squarcio di poesia ed un insieme di solennità epica e di appassionata soggettività eminentemente lirica.

A quest'ode si inspirò certamente Valerio Flacco. Alla concezione dell'eroe principale del poema argonautico di Valerio, assai più degno della sua gloria che quello del poema alessandrino, dovette contribuire quella divina figura del Giasone pindarico che suscita ammirazione al suo primo apparire e sulla più logica distribuzione delle parti del poema in confronto sempre di quello di Apollonio potè influire l'organica unità di quell'ode.

Digitized by Google

Ma nella figura di Pelia potrà scoprire una chiara traccia dell'imitazione chi esamini più attentamente. Essa è affatto identica in Pindaro e in Valerio Flacco. Pelia è l'ipocrita che sa occultare l'ira, il dispetto e la paura con volto sereno e con pacato ragionare:

.... κλέπτων δὲ θυμῷ
δεῖμα προσέννεπε · Ποίαν γαῖαν, ὦ ξεῖν', ἔδχεαι
πατρίδ' ἔμμεν; καὶ τίς ἀνθρώπων σε χαμαιγενέων πολιᾶς
ἐξανῆκεν γαστρός; ἐχθίστοισι μὴ ψεύδεσιν
καταμιάναις εἰπὲ γένναν (1).

Sono le prime ansiose domande da lui rivolte allo straniero. Aveva già riconosciuto il suo nemico al piede scalzo. Ma le sue scaltre parole nulla hanno di villano. Perchè mai pensare a una « vecchia afflitta da tutte le umane miserie, vecchia soprattutto » (2) come ci invita a fare il Fraccaroli traducendo:

..... o qual dal ventre
annoso te delle terrene femmine
fece uscir fuori al sole? (3)

Bene, rendendo con « niveo grembo » il « *πολιὰ γαστήρ* », osservò Luigi Cerrato (4) che « abbiamo qui una delle solite formule omeriche per sapere chi siano gli ospiti, e l'origine della madre sta sommamente a cuore a Pelia, perchè da lei (Enarea, v. 142) si riconoscono parenti ». E così l'ammonimento di « non contaminarsi di odiosissime menzogne » è piuttosto dettato dalla imperiosa necessità sentita dal tiranno di conoscere ormai la verità, seppure dovrà essergli dura, mentre non è più possibile allontanare il fato imminente.

Nè diversamente che in Pindaro (Pitica IV, 156-67) si esprime Pelia nel poema di Valerio Flacco, (Arg. I, 40-57) rispondendo alla giusta domanda di Giasone. Non solo del mede-

(1) PINDARO — Pitica IV, 96-100.

(2) GIUSEPPE FRACCAROLI — Pindaro. *Le odi e i frammenti*, — traduzione con prolegomeni e commento. Milano 1913 Vol. II pag. 75.

(3) GIUS. FRACCAROLI — op. cit. p. 91.

(4) LUIGI CERRATO — *Le odi di Pindaro* — Testo versione e commento. Atti della R. Università di Genova. Vol. XXII parte II. Odi Pitiche, p. 85.

Digitized by Google

simo spirito sono animate le due brevi allocuzioni, bensì in quella di Valerio ritroviamo, nella seconda parte, gli stessi concetti pindarici: Frisso appare in sogno al tiranno per sollecitare l'impresa; per arrivare, salva la sua dignità, allo scopo prefisso di allontanare il giovane pericoloso, Pelia contrappone astutamente alla sua tarda età, che lo fa ormai inetto alle armi, il fior di giovinezza che fa gagliardo Giasone.

***

Il poema di Valerio Flacco nella redazione giunta a noi è certamente incompiuto. È noto che alcuni filologi, tra cui il Peters (1), il Laugen (2), il Summers (3), sostengono che la morte impedì al poeta di condurre a termine la sua fatica, altri, con il Baehrens (4) e il Giarratano (5), che il poema sofferse mutilazioni dalle invasioni barbariche o da altri avvenimenti storici. Ad ogni modo, o sulla intenzione dell'autore o sulla sua primitiva redazione, di quanti libri doveva constare il poema?

Sebbene possa solo apparire evidente l'intento costante di Valerio di dar veste virgiliana al racconto poetico di Apollonio e sebbene a questo scopo specialmente il poeta abbia fatto tesoro del diligente studio che non si era risparmiato di quel suo grande predecessore si deve ammettere che solo sulle orme di Virgilio Valerio Flacco si distinse più o meno profondamente da Apollonio nell'architettura generale del poema.

La guerra che attende l'eroe nella terra a cui il fato lo sospinge e che deve essere il coronamento delle ardue fatiche sostenute e dei pericoli superati nel lungo errore attraverso i mari corrisponde alla prova dell'armi che attende Enea vittorioso delle avversità naturali. Così la trama del poema vir-

---

(1) Peters I. — *De C. V. Flacci vita et carmine* — Regimonti 1890. Tratta la questione a pag. 14 segg.

(2) Langen P. — *C. Valerii Flacci Argonauticon libri octo* — Berolini, 1896 praef., p. 3.

(3) Summers W. C. — op. cit. p. 4.

(4) Vedi Harmand — op. cit. pag. 3, nota (1).

(5) Caesar Giarratano — *C. Valerii Flacci Argonauticon libro octo.* Palermo Sandron 1904. Prolegomenon caput V pp. 48-56.

Digitized by Google

giliano ha ispirato a Valerio l'intero libro VII che nella prima parte si modella sul VII ed VIII dell'Eneide, nella seconda parte sui libri IX e XII. Come in Virgilio, la descrizione della battaglia è preceduta dalla lunga rassegna dei popoli armati ai danni dell'eroe a cui gli dei concederanno il trionfo, coprendolo di gloria anche lontano dalla patria. Inoltre, quell'ultima fatica della guerra si offre egualmente ai due eroi dopo un'onorevole ed amichevole accoglienza da parte del re della terra ospitale, accoglienza che pareva ormai assicurarli del felice compimento dell'impresa. Circostanza comune sono poi le fissate nozze di Stiro e di Turno stornate dalla guerra.

Gli « Argonautica » latini si dividono dunque in due grandi parti. La prima abbraccia l'avventuroso viaggio di Giasone, la seconda si apre con un'impresa guerresca come in Virgilio, e non già con l'amore di Medea come in Apollonio. Ad essa è dedicato un lungo libro, intreccio di reminiscenze virgiliane ed omeriche. Sul nuovo episodio Valerio insiste a lungo con dovizie di particolari e scrive un brano di poesia forte e piena di movimento. Al libro sesto Valerio attese con lungo amore e cura infinita; anche per lo stile e per la metrica esso è forse il più felicemente riuscito. Ne consegue che l'aggiogamento dei tori spiranti fiamma e la lotta con i giganti nati dalla terra non costituiscono come presso Apollonio il vero nucleo del poema ed il punto saliente. L'impresa individuale di Giasone non riesce a destare eguale interesse nel lettore.

D'altronde l'azione si svolge assai più rapida in Valerio. Apollonio aveva prolissamente descritto il sacrificio ad Ecate compiuto dall'eroe per invito di Medea, ed aveva, all'uso omerico, riferiti per disteso i lunghi ammonimenti di Medea e per il felice effetto del sacrificio e per il buon successo nella prova imposta dal padre. In Valerio non è parola del sacrificio alla divinità della notte e i consigli e gli ammonimenti della fanciulla in gran parte si sottintendono.

Questo precipitare di un'azione che in Apollonio è il fatto principale dopo un lungo episodio veramente interessante che nel suo complesso è dovuto a Virgilio, permette di avvicinare il poema di Valerio Flacco all'Eneide. Di più l'imfiammata invocazione alla Musa perchè inspiri ed assista il poeta che si accinge ad affrontare un più grave argomento (Arg. V, 217 segg.) e la seconda invocazione virgiliana nell'inizio del libro VII (vv. 36. segg.) si fanno riscontro.

Digitized by Google

La materia nuova si riscontra in Virgilio nel VII libro, in Valerio nel V. Abbraccia dunque nettamente la seconda parte dell'uno come dell'altro poema, così come è giunto a noi. Questa osservazione fa pensare a un poema argonautico in otto libri. L'ottavo libro, come ci è arrivato, è certamente incompiuto, ma nulla ci autorizza ad affermare che il poema dovesse chiudersi con il viaggio di ritorno degli Argonauti, solo perchè lo aveva cantato Apollonio Rodio. Non è da escludersi infatti che gli ultimi versi del poema dovessero essere dedicati alla morte di Absirto, il più forte avversario, per la lancia di Giasone: così l'Eneide si chiude con la morte di Turno per la spada di Enea. Non sul preciso numero dei libri, come fu sostenuto, potè esser sentita l'influenza dell'Eneide, ma piuttosto sulle proporzioni del poema nella divisione della materia.

Digitized by Google

ISTITUTO DI FARMACOLOGIA DELLA R. UNIVERSITÀ DI GENOVA
DIRETTO DAL PROF. A. BENEDICENTI

RASTELLI G.

CONTRIBUTO ALLO STUDIO DELLE VALENZE SECONDARIE

(Nota Preliminare)

Nella formazione dei prodotti di addizione fra le sostanze organiche si può osservare che i singoli componenti di tutti i prodotti di addizione non possono sempre combinarsi tra loro comunque si mettano a contatto.

Il dinitrobenzolo, ad esempio, può dare prodotti di addizione sia con le amine primarie, sia con i fenilidrazoni e d'altra parte tra i fenilidrazoni e le amine aromatiche non si sono mai ottenuti dei veri prodotti di addizione. Perciò mi sembra si possa supporre che le valenze secondarie proprie dei gruppi nitrico e aminico (o fenilidrazonico) non siano di specie, per così dire uguali, ma abbiamo qualche determinata particolarità che le distingue nei riguardi della formazione dei prodotti addizione.

Poichè tra il gruppo nitrico e il gruppo aminico (o fenilidrazonico) può aver luogo la formazione di prodotti di addizione, così crederei pensare che le valenze secondarie di questi due gruppi abbiano una polarità opposta. Corrispondentemente le valenze secondarie dei gruppi aminico e fenilidrazonico avrebbero polarità della stessa specie.

È pure facile osservare come le sostanze organiche contenenti nella molecola i gruppi positivi:

$-NH.NH_2$ $-NH-N=$ $-NH_2$ $=NH$ ecc.

forniscano dei prodotti di addizione con le altre sostanze che hanno nella loro molecola i gruppi negativi:

$-NO_2$ $-OH$ $-Cl$ $-Br$ $-I$ ecc.

Digitized by Google

Mentre sono noti in gran numero prodotti di addizione tra due sostanze contenenti i gruppi facenti parte delle due serie su scritte, non mi risulta si conoscano prodotti di addizione tra sostanze possedendi gruppi facenti parte di una sola delle serie in discorso.

Questa corrispondenza si osserva assai bene per le sostanze appartenenti alla serie aromatica; non mancano però esempi di prodotti di addizione formati in parte da sostanze alifatiche, come ad esempio quelli ottenuti tra fenilidrazoni di aldeidi aromatiche e cloroformio (bromoformio) come ad es.

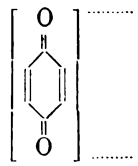
$$C_6H_5[NH].N:[CH].C_6N_5 \qquad C_6H_5[NH]N:[CH].C_6H_5$$
$$\vdots \qquad\qquad \vdots \qquad\qquad \vdots \qquad\qquad \vdots$$
$$CH[Cl_3] \quad CH[Cl_3] \qquad\qquad CH[Cl_3] \qquad [Cl_3]CH$$
$$\vdots \qquad\qquad \vdots \qquad\qquad \vdots \qquad\qquad \vdots$$
$$C_6H_5[NH].N:[CH].C_6N_5 \qquad C_6H_5[CH]:N.[NH].C_6N_5$$

Partendo dal concetto della differente polarità che si può supporre nei riguardi delle valenze secondarie e pensando che l'occlusione dei gas avviene, come oggi si sa, per opera di valenze secondarie, ho iniziato alcune ricerche le cui esperienze preliminari, formano parte della nota presente.

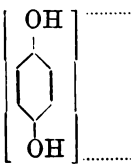
Se prendiamo separatamente i componenti A e B, di un prodotto di addizione qualsiasi A.... B, questi dovranno, secondo quanto ho sopra considerato, comportarsi in modi differenti di fronte all'occlusione di un determinato gas. Il prodotto di addizione A.... B non dovrebbe occludere gas o almeno in misura piccola e compatibile con lo stato di dissociazione del prodotto di addizione.

In una prima esperienza ho preso in esame il caso del chinidrone ordinario di fronte al gas etilene.

Come si vede dall'unita tabella, il chinone

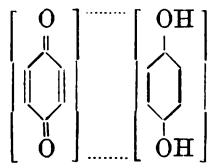


occlude notevole quantità di gas mentre l'idrochinone



Digitized by Google

non ne occlude in modo apprezzabile. Il Chinidrone



ne occlude esso pure, ma in piccola quantità.

Sostanza	Gas	Volume gas introdotto cc.	Volume gas residuo cc.	Volume della bolla più la sostanza cc.	Gas occluso cc.	Temperatura dell'apparecchio	
Chinone gr. 3.—	etilene	78.7	27.3	46.	5.4	14°.7	Le sostanze erano messe in una bolla tenuta in termostato alla temperatura di 30°.3.
Idrochinone gr. 3.—	etilene	74.7	33.2	41.7	—	14°.6	
Chinidrone gr. 3.—	etilene	74.2	27.7	43.8	2.7	14°.2	

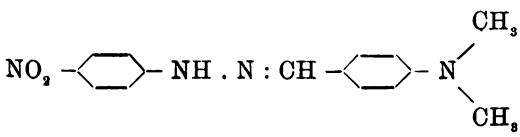
Dato il carattere puramente preliminare di queste esperienze, mi riserbo di estenderle ad altre sostanze e ad altri gas anche chimicamente meno attivi dell'etilene.

Del resto mi pare che queste esprerienze siano in accordo con i concetti suesposti e crederei fino da ora poter distinguere, con ragione, le valenze secondarie in due classi aventi polarità opposta.

***

A maggior conoscenza di alcune proprietà delle valenze secondarie, mi pare bene aggiungere qualche altra osservazione.

Qualche anno fa ebbi ad eseguire alcune ricerche sopra il caso di cromoisomeria presentato dal p-nitrofenilidrazone della p-dimetilaminobenzoldeide:



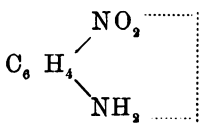
Digitized by Google

e a dimostrare che detto fenomeno è dovuto solo all'entrata in gioco di valenze secondarie. Ho avuto allora occasione di esaminare la luce riflessa dalle due forme rossa e verde di detta sostanza. Ho notato che la luce riflessa da queste due forme è nella zona ultravioletta delle spettro qualitativamente invariata. In altre parole il diverso colore di dette forme cromoisomere, dipenderebbe dunque solo da un mutato assorbimento della luce nella parte visibile dello spettro.

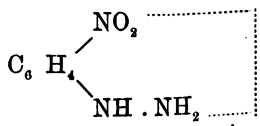
Questa osservazione, limitata per ora a un solo caso, e che mi pare di non scarso interesse, sarà oggetto di ulteriori ricerche allo scopo di confermarla e generalizzarla.

Del resto a questo proposito già si può fare qualche considerazione. Secondo Hantsch « a profondi mutamenti nello spettro di assorbimento (segnatamente nell'ultravioletto) corrispondono dei notevoli cambiamenti di struttura » perciò quando si pensi che la zona visibile dello spettro costituisce solo una piccola parte di esso, mi pare non debba meravigliare il fatto che l'entrata iu gioco delle valenze secondarie, e cioè senza cambiamento di struttura, influisca solo sopra questa zona limitata.

Anche sotto questo punto di vista, vorrei studiare alcuni prodotti di addizione sia binari cioè del tipo del chinidrone sia interni cioè del tipo delle nitroaniline, come ad es.



nitroanilina



nitrofenilidrazina

Il dispositivo sperimentale che sto impiegando in queste ricerche spero poterlo descrivere presto in una delle prossime note.

Digitized by Google

DOCUMENTI SOCIALI

RIASSUNTI DI VERBALI DI ADUNANZE

Adunanze a Classi riunite.

1. *Seduta del 5 Dicembre 1925.* Presiede il V. Presidente V. Wautrain-Cavagnari, funge da Segretario il Prof. P. Peola.

Viene discusso, modificato e finalmente approvato lo schema di Statuto redatto dell'Ufficio di Presidenza per soddisfare le richieste del Ministero a cui fu chiesto l'erezione delle Società in ente morale.

2. *Seduta del 9 Gennaio 1926.* Presiede il Presidente G. Dufour, funge da Segretario il Prof. A. Beltrami. Il Presidente commemora S. M. la Regina Margherita.

Sono lette e approvate per l'inserzione negli *Atti* sociali le seguenti memorie:

P. Principi, *Nuovo contributo allo studio della flora sarmaziana di Polenta in provincia di Forlì.*

G. Niccolini, *I « liber magistratuum ».*

A. Padova, *Le terne eroniane irriducibili e ordinate.*

Il prof. R. Issel presenta pure per l'inserzione negli *Atti* una memoria del Prof. L. Mariani, *Le correnti del mare Ligure.* Se ne delibera in massima l'accoglimento, con riserve derivanti dalla sua estensione.

3. *Seduta del 13 Febbraio 1926.* Presiede il Presidente G. Dufour, funge da Segretario il Prof. P. Peola.

Il Prof. R. Issel presenta e l'assemblea accoglie per l'inserzione negli *Atti* la *Commemorazione del Prof. G. Cattaneo* fatta dal suo successore Prof. L. Cognetti de Martiis.

Il Prof. A. Lattes. illustra due sue recenti pubblicazioni dai titoli: *Avocasia, nome locale ligure*; *Carlo Dumoulain e Gaspare Coballino.*

Vengono poi fatte le seguenti proposte di nuovi soci.

Classe di Scienze: a socio effettivo il Prof. L. Cognetti de Martiis (prop. Issel, Principi, Loria); a soci corrispondenti il Prof. G. Guareschi (prop. Loria e Severini) e il prof. G. Licio (prop. Issel e Principi).

Digitized by Google

Classe di Lettere: a soci effettivi il Prof. Antonio **Falchi** (prop. Lattes e Raggi), il Prof. E. Callegari e il Prof. F. **Calonghi** (prop. Beltrami e Niccolini); a soci corrispondenti residenti il Prof. A. Schiaffini (prop. Beltrami e Niccolini), Prof. P. Nurra (prop. Beltrami, Niccolini e Volpicella) e i Proff. A. Codignola e D. Castagna (prop. Beltrami e Niccolini); a socio corrispondente non residente il Prof. M. Ricca-Barberis (prop. Raggi e Lattes).

4. *Seduta del 13 Marzo 1926.* Presiede il Socio Lattes, funge da segretario il prof. P. Peola.

Per l'inserzione negli *Atti* viene presentata la memoria:

Ester Zicavo, *Sulle ghiandole velenifere dei serpenti non velenosi.*

5. *Seduta del 17 Aprile 1926.* Presiede il Socio Prof. Lattes, funge da Segretario P. Peola. Viene nominato il prof. Francesconi come rappresentante della Società alla cerimonia commemorativa di G. Conizzaro.

Il prof. G. Loria presenta una lettera di dimissioni da socio del Prof. D. Vinciguerra. Si delibera di far pratiche perché esse vengono ritirate.

Il prof. Bonino presenta per l'inserzione negli *Atti* i seguenti lavori: Mario Betti e G. B. Bonino, *Sopra un nuovo metodo di rappresentazione della composizione delle acque minerali.* — G. B. Bonino, *Sul calcolo del punto di congelamento di acque minerali molto concentrate.* — *Considerazioni sugli Elettroliti deboli* (nota preliminare). — *Studi di spettrochimica nell'ultrarosso.* — *Coefficienti di attività e deformabilità degli joni* (I-II-III).

Si addiviene poi alla votazione per nuovi soci in conformità alle proposte fatte nell'adunanza del 13 febbraio u. s. Tutte queste proposte sono approvate ad unanimità.

6. *Seduta del 29 Maggio 1926.* Presiede il presidente G. Dufour, funge da segretario il Prof. A. Beltrami.

Il Prof. G. Loria informa l'assemblea che, malgrado le pratiche da lui esperite, il Prof. D. Vinciguerra mantiene le presentate dimissioni; con rammarico se ne prende atto.

Vengono presentate per l'inserzione negli *Atti*:

Dal prof. Loria: G. Tacchella, *La visibilità dei poliedri convessi rappresentati col metodo di Mouge.*

Dal prof. Barbieri: Lisetta Negro, *Studio del comportamento di livello dell'Istituto di Geologia della R. Università di Genova*; Ida Gennaro, *Determinazione delle costanti dell'apparato gravimetrico bipendolare dell'Istituto di Geologia della R. Universita di Genova.*

Dal prof. Benedicenti: G. Rastelli e M. T. Bottini, *Sopra un nuovo metodo per la determinazione dei pesi molecolari* (III) e *Scomposizione pirogenica del benzolazopirrolo*; G. Rastelli, *Contributi allo studio delle valenze secondarie*: Lio, *Sull'azione farmacologica delle assine stereoi-*

Digitized by Google

somere; Catelani, *Sul comportamento dell' acetone in presenza di sostanze proteiche*; Agnoli, *Sull' azione esercitata dalle secretine sulla funzione renale.*

Il Prof. Revelli informa della prossima riunione del XXII Congresso degli Americanisti e presenta un elenco di persone che hanno contribuito alla conoscenza delle terre americane.

Adunanza solenne a Classi riunite.

29 Maggio 1926. Con l'intervento delle Autorità civili e militari, di un cospicuo numero di soci e di un folto pubblico, questa riunione per concessione del sig. Rettore viene tenuta nella Grande Aula della R. Università.

Prende la parola il prof. G. Loria il quale, nella sua qualità di Segretario generale, legge la seguente

Relazione.

Signore e Signori,

L'ufficio di presidenza della Società Ligustica, mentre sentitamente vi ringrazia per il vostro cortese intervento a questo nostro annuale convegno, sente il dovere di rendere omaggio al senno dei valentuomini che deposero, or son più di trent'anni, il primo germe di questo istituto culturale. Essi ebbero la chiara visione della luce che emana dai focolari di studio accesi in varie località e diedero un esempio che, con legittima soddisfazione, noi troviamo largamente seguito. Ne é prova la fondazione di recente avvenuta di corporazioni del tipo della nostra quali l'Istituto Marchigiano, l'Accademia Pugliese di Scienze e Lettere e la neonata Accademia Lunense. Le autorità locali non tardarono a comprendere l'utilità e importanza delle novelle congreghe e tale sentimento mostrarono in modo tangibile largheggiando in ajuti materiali e morali; gli è quanto accade anche a noi, chè le varie amministrazioni civiche che si sono succedute nella nostra città non ci negarono mezzi di vita, e per tale generosità vada ad esse, una volta ancora, l'espressione della nostra vivissima gratitudine.

Ma, a differenza di quanto avviene in un grande numero di sodalizi culturali la Società nostra si sostiene anche mediante contributi dei soci, ai quali non riesce grave un sagrificio finanziario sapendolo destinato all'incremento del sapere. E appunto grazie a questo cespite fu ed è a noi possibile pubblicare ogni anno un volume di *Atti* che costituiscono un ajuto provvidenziale pei giovani che percorrono l'impervio cammino della scienza e la cui importanza è attestata dalle incessanti domande di cambi che riceviamo da istituti italiani ed esteri. La continuità nella pubblicazione dei nostri *Atti* si è ottenuta grazie a una oculata amministrazione dei fondi di cui disponiamo, fondi ben modesti in un'epoca nella quale un numero non si considera rispetta-

Digitized by Google

bile se non conta almeno sei cifre. Ma essi pur troppo non ci consentirono nè ci permettono di collocare la Società Ligustica in una sede sua propria; questa, dunque, va ancora annoverata fra i miseri «senza tetto»; in conseguenza essa fu costretta chiedere e ottenne dai Rettori del nostro Ateneo ospitalità per le proprie riunioni e ai Direttori della biblioteca universitaria mezzi per porre in sicuro asilo i molti libri che possiede; inoltre soltanto grazie alla cortesia dell'Ufficio civico d'arte fu possibile continuare il ciclo di conferenze iniziate lo scorso anno e così offrire alla cittadinanza gli importanti discorsi che tennero i nostri consoci professori Beltrami e Picco. Nel mentre noi ci professiamo doverosamente grati per tanta larghezza, non possiamo negare che, per il decoro del nostro istituto, sarebbe urgente potere disporre di un locale proprio ad uso di biblioteca e luogo di convegno. E di questo tormentoso disagio sembra opportuno far menzione in questo giorno, unico nell'annata, in cui il nostro sodalizio viene a contatto col pubblico, nella fiducia che qualche generoso Mecenate — sia desso ente pubblico o persona fisica — sia indotto a assicurare alla nostra Società quella decorosa apparenza di cui ha diritto chi sente di potere disimpegnare l'ufficio di centro e fuoco del movimento intellettuale in Liguria, in questo momento nel quale la Patria nostra, sotto una guida oculata e sapiente, sembra avviarsi verso nuovi e sempre più radiosi destini.

Con frase eufemistica il nostro Statuto fa obbligo a chi ha l'onore di prendere per primo la parola nella pubblica seduta annuale della nostra Società di rendere conto delle variazioni subite dagli albi sociali, il che val quanto dire commemorare i soci defunti e proclamare l'esito delle più recenti elezioni.

L'uniformarsi alla prima di siffatte prescrizioni riesce quest'anno singolarmente doloroso, essendo noi stati, di recente, assai duramente provati.

Dovette infatti venire cancellato dall'elenco dei nostri Soci Onorari il nome venerato e caro di Francesco D'Ovidio, il quale presiedeva l'Accademia dei Lincei nel momento in cui la vecchia Società Ligustica di scienze naturali e geografiche subì la radicale metamorfosi che la portò alla sua condizione presente; e, appunto in tale qualità, egli non ci negò l'ajuto che gli fu chiesto. Tutti i giornali politici e tutte le riviste letterarie ne tessero elogi meritati, per opera di specialisti competenti, onde a me, che non dispongo di alcuna competenza nelle discipline in cui s'illustrò quell'Uomo eminente, nulla resta da aggiungere a quanto fu già scritto.

Altre perdite ci furono ancor più sensibili, perchè riferentisi a persone che ci erano preziosi compagni di lavoro.

Primo a lasciarci fu Bernardino Frescura, morto in una clinica di Padova addì 7 Agosto del decorso anno. Egli era nato a Marostica nel 1867, onde, per la sua età e anche per la sua costituzione ecce-

Digitized by Google

zionalmente robusta, sembrava destinato a essere dei nostri ancora per lunghi anni; forse — per quanto sia imprudente ogni osservazione intesa a svelare il misero del funzionamento del corpo umano — lo uccise innanzi tempo la straordinaria intensità di lavoro. Laureatosi nel 1892 nella Facoltà di Lettere dell' Università di Padova, passò a Firenze nell' intento di perfezionarsi nelle discipline geografiche sotto la guida di Giovanni Marinelli. I frutti degli assidui studi da lui allora compiuti gli fecero conseguire nel 1896 la cattedra di Geografia nell' Istituto tecnico di Genova e quattro anni più tardi la libera docenza della stessa materia nel nostro Ateneo. Passò poi all' Istituto che allora chiamavasi Scuola Superiore di Commercio; poi, senza lasciare questa Scuola, accettò di tenere delle lezioni all' Università Bocconi di Milano. Ma l' insegnamento, per quanto fatto col più lodevole impegno, non rappresenta che una delle manifestazioni della portentosa operosità di Bernardino Frescura, chè numerose e importanti sono le sue pubblicazioni, come di grande rilievo sono gli incarichi che gli furono affidati e che egli onorevolmente assolse. L' intenso interesse da lui manifestato per tutte le questioni collegate alla nostra emigrazione lo additò come persona indicatissima per organizzare le relative sezioni delle Esposizioni che ebbero luogo a Milano nel 1906, a Torino nel 1911 e a Genova nel 1914; e l' aspettativa del governo e del pubblico non fu delusa. In qualità di esperto partecipò ai lavori della Conferenza internazionale per la pace, che ebbe luogo a Parigi nel 1919, e a quelli della Conferenza internazionale del lavoro, tenutasi a Roma nel 1924. Ad altri più competenti di me spetta il compito di giudicare l' opera scientifica di Bernardino Frescura; a me basti ricordare gli articoli di geografia commerciale da lui pubblicati nel giornale « Caffaro », i quali, se raccolti, formerebbero un volume ancora di grande interesse e piacevole lettura, nonchè il delizioso libretto intitolato « Sull' oceano cogli emigranti » ove si rispecchiano le impressioni ricevute dall' autore nel corso di un viaggio alla Repubblica Argentina, da lui compiuto nel 1907 nella qualità di R. Commissario. Quando si pensi che, senza interrompere la sua opera d' insegnante e di scrittore, il Frescura potè sedere come membro attivissimo nei Consigli della Transatlantica italiana, della Società nazionale di navigazione e di altri sodalizi congeneri, si vedrà che il nostro compianto consocio, giunto all' improvviso al termine della propria giornata di lavoro, può avere pronunciate il « nunc dimittis » con la serena coscienza di avere dato alla scienza e alla patria ancor più di quanto da lui potevasi ragionevolmente chiedere.

Non meno inaspettata e dolorosa ci giunse la scomparsa dell' avv. Pier Francesco Casaretto. Nato in Genova il 29 Giugno 1860, laureatosi giovanissimo in leggi in questo Ateneo, morì il giorno 22 Ottobre 1925. Nella repubblica delle lettere egli si fece conoscere col poderoso

Digitized by Google

ed apprezzatissimo studio « Sulle influenze reciproche tra movimento operaio, produzione e ricchezza », nel quale il problema enunciato è investigato con ammirabile acume, con grande abbondanza di dati statistici, in relazione all' agricoltura e alle varie specie d' industria. Sopra altri suoi lavori di minor mole, ma tutti pregevoli, non mi è lecito addentrarmi nella presente occasione. Ciò che mi corre l' obbligo di rilevare si è che, durante l' ultima fase della sua esistenza, egli raccolse un considerevole numero di dati sul valore delle antiche monete liguri per formarne un' opera d' insieme. È desiderabile che tali dati vengano sfruttati da qualche persona competente, la quale li coordini con intelletto d' amore e ci dia un lavoro che suonerà quasi come una voce d'oltre tomba del coscienzioso studioso (1); a dimostrare con quale e quanta larghezza e profondità quell' argomento fosse studiato dal Casaretto, sta il fatto che mi fece l' onore di chiedermi il mio modesto parere sul modo d' interpretare alcuni passi del « Liber abbaci » di Leonardo Pisano, opera classica che — nessuno di voi, Signori, l' ignora — mentre possiede tale valore teorico da apparire come contrassegno del rinascimento nel campo delle scienze esatte, da un altro punto di vista rappresenta una vera miniera per chi voglia conoscere la natura e l'entità delle transazioni commerciali durante l' età di mezzo.

Ma le ricerche economiche e storiche non rappresentano che un frammento dell' opera di Pier Francesco Casaretto, chè buona parte della sua attività fu assorbita da istituzioni finanziarie e filantropiche le quali si avvalsero della sua illuminata competenza e della sua esemplare rettitudine. E per limitarmi ai più cospicui fra gli uffici da lui coperti, ricordo che per lunghi anni fu amministratore del Banco di Napoli, il quale — in segno di gratitudine — gli conferì una medaglia di benemerenza, e vice-presidente del Monte di Pietà e della Cassa di Risparmio di Genova.

Vi è finalmente un altro aspetto dell' attività spiegata dal nostro egregio consocio su cui non è lecito stendere il velo del silenzio, quantunque, così facendo si viene a contrastare il suo desiderio di nasconderlo, cioè le opere di beneficienza a cui egli dedicò parte del suo tempo e molto del largo censo di cui disponeva. La sua inesauribile filantropia si manifestò sotto la forma più ampia nel corso della recente guerra; in quell' epoca tragica egli, non pago di partecipare col senno e con la mano a tutte le imprese destinate ad alleviare le sofferenze che accompagnano un siffatto flagello, col concorso della sorella signora Emma Drovanti, diede asilo, nella costei villa Lavinia, a sessanta figlie di richiamati alle armi, provvedendole di alimento ed educazione. Morendo legò alla Congregazione di Carità la cospicua somma di Lire 600 mila.

(1) La persona si è trovata nel nostro socio L. Volpicella: l'opera uscirà sotto gli auspici della Società Ligure di Storia Patria.

Digitized by Google

« Le seul bonheur qu' on a
C' est le bonheur qu' on donne »,

lasciò scritto un gentile poeta: parole sante che potrebbero a ragione porsi come epigrafe a una biografia di Pier Francesco Casaretto.

Altra irreparabile perdita subì, non soltanto la nostra Società, ma, eziandio il patrio Ateneo, per la morte di GIACOMO CATTANEO, il quale, della Società ligustica di Scienze naturali e geografiche fu socio fondatore e, durante qualche tempo, presidente. Nato a Pavia addì 23 Settembre 1857, si spense con stoica serenità a Castiglione delle Stiviere il 15 Ottobre 1925. Ottenuta, nel 1879, la laurea in Scienze naturali dall' Università ticinese e, nel 1883, ivi la libera docenza, in questo stesso anno fu nominato professore interno nella Scuola normale che allora vi esisteva; appunto in quell' epoca io lo conobbi e lo avvicinai; appunto allora si strinsero quegli amichevoli legami che rendono a me tanto doloroso il tesserne oggi un pur che sia elogio funebre!

Nel 1889, in seguito a concorso, fu nominato professore nell' Università di Sassari, donde, nello stesso anno, passò a quella di Cagliari; pochi mesi dopo veniva trasferito nella nostra città, che non doveva più lasciare; qui ottenne l' ordinariato, qui esercitò per un sessenio l' ufficio di preside della Facoltà di Scienze.

Sarebbe atto d' imperdonabile incoscienza da parte mia il tentare un' analisi dell' opera scientifica dell' illustre collega scomparso; d' altronde, che cosa potrei aggiungere a quanto scrissero in sua memoria, con competenza e affetto, nell' Annuario della nostra Università il prof. Raffaele Issel, suo diletto discepolo che egli ebbe la soddisfazione di avere al proprio fianco negli ultimi anni della sua tribolata esistenza, e negli Atti della nostra Società l' altro nostro egregio consocio prof. Luigi Cognetti de Martiis, suo degnissimo successore?.... Sia soltanto lecito a me, modesto ma assiduo cultore della storia delle scienze positive, far qui un cenno elogioso, delle dotte pubblicazioni da lui fatte quando le condizioni di salute gli vietarono lavori di laboratorio; pubblicazioni scritte nell' intento di far rifulgere nella pienezza della loro luce le benemerenze di naturalisti italiani non apprezzati a dovere; in tali scritti, sotto l' austero abito dello storico, si sente palpitare di patriottico fervore colui che ben degnamente si vantava discendente di Carlo Cattaneo.

Vicende di carriera allontanarono dalla nostra città, epperò ci privarono della collaborazione, dei professori Costantino Bresciani-Turroni e Filippo Vassalli; i loro nomi, per norma statutaria, continueranno a figurare nell' elenco dei nostri soci corrispondenti e io mi auguro che di ciò essi approfittino per contribuire anche in avvenire all' esistenza di un sodalizio che sarà sempre orgoglioso di annoverarli nel proprio seno.

Digitized by Google

Facendo forza al dolore prodotto da questi vuoti nelle nostre file, ci siamo adoperati a rinvigorire il nostro istituto eleggendo nuovi soci onorari, effettivi e corrispondenti. E a titolo di onore ci è grato di proclamarne qui i nomi.

A socio onorario fu nominato il prof. Pasquale Guaglianone, l'eminente letterato che tanta parte ha nellla pubblica istruzione della Repubblica Argentina e che con tanto fervore si adopera per rendere più intense le relazioni culturali fra l' Italia e l' America latina.

Nella Classe di scienze furono eletti soci effettivi tre professori del nostro Ateneo, l' elogio dei quali in questo luogo è assolutamente superfluo; sono Luigi Colomba, Paolo Straneo e Vincenzo Paolini (questo subito trasferito ad altra sede); nella stessa Classe furono scelti come soci corrispondenti i professori Alberto Mario Bedarida, Mario Garino, Francesco Sbrana, Giuseppe Usai (questo oggi professore a Catania), i quali nel campo scientifico rappresentano ben più di una semplice speranza.

Nella Classe di Lettere furono nominati corrispondenti residenti l'architetto Mario Labò, l'avv. Ambrogio Pesce-Maineri e il conte prof. Luigi Staffetti, persone a voi tutti assai favorevolmente note; quale socio corrispondente non residente fu eletto il prof. Giovanni Vacca, che insegna letteratura cinese nell' Ateneo romano, ma la cui poliedrica operosità gli avrebbe dato anche diritto di entrare nella Classe di scienze.

Lieta di queste nuove forze la nostra Società, è animata dalla fede di poter assolvere anche in avvenire l' ufficio che le affidarono i valentuomini che ne gettarono le fondamenta, arrecando un modesto contributo al conseguimento degli ideali de

> l' Italia che vive nel sole,
> che vuole i suoi rischi e i suoi vanti
> le marre e le trombe, le scuole
> pensose e i cantieri sonanti.
>
> (PASCOLI)

Lesse poi il Discorso inaugurale dell' anno accademico il prof. Alfredo Schiaffini sul tema: *La lingua dei Liguri secondo le indagini più recenti*, destando il più vivo interesse nei convenuti, che ne salutarono la chiusa con applausi vivissimi.

Digitized by Google

Digitized by Google

INDICE

Composizione della Società . . . . . *pag.* III-VII

Arciero Bernini, Su di un nuovo modo di impiego del telemetro monostatico particolarmente adatto per l'inseguimento degli aerei . » 1-20

G. B. Bonino, Studi di spettrochimica nell'ultrarosso (X) . . . . . » 21-30

G. B. Bonino, Studi di spettrochimica nell'ultrarosso (XI, XII, XIII) . . . . . » 31-51

Oscar de Beaux, Gli Apodemus delle Tre Venezie con considerazioni sugli A. italiani ed europei e sullo sviluppo postembrionale del genere Apodemus . . . . . » 52-65

Piero Giaj Levra, Diatomee del Lago d'Orta . » 66-82

Giuseppe Usai, Un'equazione integro-differenziale sulle rendite . . . . . » 83-88

Rastelli G. e Tartarini M., Ricerche sulla Fototropia negli idrazoni (I) . . . . . » 89-93

Rastelli G., Ricerche sulla fototropia negli Idrazoni (II) . . . . . » 94-97

Rastelli G., Sopra un nuovo metodo per la determinazione del pesi molecolari (II) . . » 98-102

Giovanni Niccolini, I *libri magistratuum* . . » 103-130

Arciero Bernini, Ricerche su di una eventuale azione meccanica prodotta dai Raggi X . » 131-144

Mario Betti e G. B. Bonino, Sopra un nuovo metodo di rappresentazione della composizione delle acque minerali . . . . . » 145-173

Federico Cordella, La tragedia « Octavia » d'incerto autore (Atto IV) . . . . . » 174-184

Paolo Principi, Nuovo contributo allo studio della flora sarmaziana di Polenta in provincia di Forlì . . . . . » 185-256

Digitized by Google

G. B. Bonino, Sul calcolo del punto di congelamento di acque minerali molto concentrate *pag.* 257-272

G. B. Bonino, Considerazioni sugli elettroliti deboli (Nota preliminare) . . . . . » 273-284

G. B. Bonino, Studi di spettrochimica nell'ultrarosso . . . . . » 285-290

G. B. Bonino, Coefficienti di attività e deformabilità degli joni (I-II-III) . . . . . » 291-313

Mario G. Celle, Alcune questioni intorno al poema di Valerio Flacco . . . . . » 314-320

Rastelli G., Contributo allo studio delle valenze secondarie (Nota preliminare) . . . . . » 321-324

Documenti Sociali . . . . . « 325-332

Digitized by Google

Digitized by Google

Gennaio-Marzo 1927. (*Conto Corrente con la Posta*).

ATTI

DELLA

SOCIETÀ LIGUSTICA

DI

SCIENZE E LETTERE

NUOVA SERIE

DEGLI

ATTI DELLA SOCIETÀ LIGUSTICA

DI SCIENZE NATURALI E GEOGRAFICHE

VOLUME VI

Anno 1927

FASCICOLO I

PAVIA

PREMIATA TIPOGRAFIA SUCCESSORI FRATELLI FUSI

Largo di Via Roma

1927

Sede della Società: Biblioteca della R. Università di GENOVA

Natural History Survey Library

Digitized by Google

Digitized by Google

ATTI

DELLA

SOCIETÀ LIGUSTICA

DI

SCIENZE E LETTERE

NUOVA SERIE

DEGLI

ATTI DELLA SOCIETÀ LIGUSTICA

DI SCIENZE NATURALI E GEOGRAFICHE

VOLUME VI

Anno 1927

PAVIA

PREMIATA TIPOGRAFIA SUCCESSORI FRATELLI FUSI

Largo di Via Roma

1927

Digitized by Google

Digitized by Google

COMPOSIZIONE DELLA SOCIETÀ

durante l'anno 1926-27

Soci Onorari

S. A. R. il Duca degli Abruzzi, Torino
Senatore Prof. Vito Volterra, Roma
» Avv. V. Rolandi-Ricci, Genova
Marchese Cesare Imperiali di S. Angelo
Guaglianone Prof. Pasquale, Università di Buenos Ayres.

Socio Benemerito

Sen. Dott. Federico Ricci, Genova.

Consiglio di Amministrazione.

Presidente:	Dott. Giuseppe Dufour
Vice-presidente:	Avv. Giuseppe Delle-Piane
Segretario generale:	Prof. Gino Loria
Bibliotecario:	Prof. Raffaele Issel
Tesoriere:	Prof. Carlo Severini
Segretario Classe Scienze:	Prof. Paolo Peola
Segretario Classe Lettere:	Prof. Achille Beltrami

Classe di Scienze naturali, matematiche e mediche

a) Soci effettivi

1 Anselmi Prof. Raffaele — R. Università, Genova.
2 Barbieri Prof. Ubaldo — » »
3 Barone Giovanni — (*Socio perpetuo*) Alassio
4 Beladen Prof. Luigi — R. Università, Genova

Digitized by Google

5 Benedicenti Prof. Alberico — R. Università, Genova
6 Bolloli Dott. Ernesto — Rivarolo Ligure
7 Bozano Ing. Cristoforo — Corso Firenze 9, Genova
8 Brian Dott. Alessandro — Corso Firenze 5, Genova
9 Broccardi On. Ing. Eugenio — Via Nino Bixio 4, Sampierdarena
10 Bruzzo Dott. Matteo — Salita Santa Caterina, Genova
11 Canalis Prof. Pietro — R. Università, Genova
12 Clivio Prof. Innocente — R. Università, Genova
13 Cognetti de Martiis Prof. Luigi — R. Università, Genova
14 Colomba prof. Luigi — R. Università, Genova
15 De Albertis Guiscardo — Voltaggio (Alessandria)
16 De-Beaux Dott. Oscar — Museo Civico Storia naturale, Genova
17 De-Ferrari Cav. Pietro — Rivarolo Ligure
18 Dufour Dott. Giuseppe — Salita S. Brigida 4, Genova
19 Dufour Lorenzo fu Carlo — Salita S. Brigida 4, Genova
20 Dufour Dott. Lorenzo fu Lorenzo — Salita S. Brigida 4, Genova
21 Dufour Dott. Luigi — Salita S. Brigida 4, Genova
22 Dufour Carlino di Lorenzo — Salita S. Brigida 4, Genova
23 Fabris prof. Aldo — R. Università, Genova
24 Francesconi Prof. Luigi — R. Università, Genova
25 Garibaldi Prof. Cesare — R. Scuola d'ingegneria navale, Genova
26 Gestro Prof. Raffaello — Museo Civico di Storia naturale, Genova
27 Invrea Marchese Fabio — Piazza di Francia 1, Genova
28 Issel Prof. Raffaele — R. Università, Genova
29 Lachi Prof. Pilade — R. Università, Genova
30 Loria Prof. Gino — Piazza Manin 41, Genova
31 Lussana Prof. Silvio — R. Università, Genova
32 Mackenzie Prof. William — Piazza Fontane Marose, Genova
33 Maragliano Prof. Sen. Edoardo — Via Galata 39, Genova
34 Martini Prof. Carlo — Laboratorio chimico municipale, Genova
35 Masini Prof. Giulio — R. Università di Genova
36 Mezzana Prof. Nicolò — Corso Cristoforo Colombo 3-6, Savona
37 Moriondo Prof. Ezio — R. Scuola d'ingegneria navale, Genova
38 Moro G. B. — Via Serra, Genova
39 Morselli Prof. Enrico — R. Università, Genova
40 Pacchioni Prof. Dante — R. Università, Genova
41 Pallaroni Dott. Maria — Via Casaregis 49-8, Genova
42 Penzig Prof. Ottone — R. Università, Genova
43 Peola Prof. Paolo — Corso Torino 53-7, Genova
44 Perrando Prof. Gian Giacomo — R. Università, Genova
45 Piaggio Dott. Giuseppe — Piazza Principe, Palazzo Doria, Genova

Digitized by Google

46 Principi Prof. Paolo — R. Università, Genova
47 Radaeli Prof. Francesco — R. Università, Genova
48 Razeto Prof. Sac. Michele — Via S. Donato 10, Genova
49 Ricca Prof. Ubaldo — Via B. Strozzi 6-8, Genova
50 Ronco Ing. Sen. Nino — R. Scuola d'ingegneria navale, Genova
51 Rovereto Prof. Gaetano — R. Università, Genova
52 Severini Prof. Carlo — R. Università, Genova
53 Soliani Ing. Nabor — Societa nazionale di navigazione, Genova
54 Straneo prof. Paolo — R. Università, Genova.
55 Terrile Prof. Sac. Filippo — Salita S. Anna 9-2, Genova
56 Tortelli Prof. Massimo — R. Isfituto sup. studi commeriali, Genova
57 Trambusti Prof. Arnaldo — R. Università, Genova
58 Tusini Prof. Giuseppe — R. Università, Genova
59 Zicavo Dott. Ester — R. Scuola complem. Regina Elena, Genova

b) Soci corrispondenti residenti

1 Bedarida Prof. Mario — R. Università, Genova
2 Bernini Prof. Arciero — R. Istituto Tecnico, Genova
3 Casati Prof. Edmondo — R. Scuola d'ingegneria navale, Genova
4 Garino prof. Mario — R. Università, Genova
5 Gradenigo Prof. Piero — R. Scuola d'ingegneria navale, Genova
6 Guareschi Prof. Giacinto — R. Liceo A. Doria, Genova
7 Lincio Prof. Gabriele — R. Università, Genova
8 Nannei Prof. Enrico — R. Istituto Tecnico, Genova
9 Omodei Prof. Domenico — R. Scuola d'ingegneria navale, Genova
10 Padoa Prof. Alessandro — » » » » »
11 Pelloux Prof. Alberto — Salita del Carmine 7, Genova
12 Porchiesi Prof. Augusto — Via S. Giacomo di Carignano 20, Genova
13 Santucci Dott. Renato — R. Università, Genova.
14 Sbrana Prof. Francesco — R. Università, Genova

c) Soci corrispondenti non residenti.

1 Bertini Prof. Emilia — R. Istituto Magistrale, Alessandria
2 Berry Edward — Bordighera
3 Betti Prof. Mario — R. Università, Bologna
4 Bonino Prof. G. B. — R. Università, Bologna
5 Cassinis Dott. Paolo — Ferranica (Savona), Società Sipe
6 Ciani prof. Edgardo — R. Università, Firenze

Digitized by Google

7 Cuneo Prof. Girolamo — Corso Porta Vittoria 7, Milano
8 Giaj Levra Dott. Piero — Corso G. Ferraris 22, Torino
9 Ovio Prof. Giuseppe — R. Università, Padova
10 Paolini prof. Vincenzo — R. Università di Roma
11 Peola Dott. Olga — Lutherstrasse 5, Berlino
12 Rovesti Prof. Guido — Imperia I
13 Silla Prof. Lucio — Via G. Spontini 5, Roma
14 Usai Prof. Giuseppe — R. Istituto superiore di scienze commerciali, Catania.
15 Vitali Prof. Giuseppe — R. Università, Padova
16 Zanda Prof. G. B. — R. Università, Cagliari

Classe di Lettere e Scienze morali e storiche

a) Soci effettivi

1 Andriani Prof. Giuseppe — Piazza Cipro 21-7 (I scala), Genova
2 Beltrami Prof. Achille — R. Università, Genova
3 Bensa Prof. Sen. Paolo Emilio — R. Università, Genova
4 Bensa Prof. Enrico — P. Brignole 1-10, Genova
5 Benzoni Prof. Roberto — R. Università, Genova
6 Boggiano-Pico On. Avv. Antonio — Via S. Lorenzo 23, Genova
7 Calegari Prof. Ettore — R. Liceo A. Doria, Genova
8 Calonghi Prof. Ferruccio — R. Liceo A. Doria, Genova.
9 Canepa Avv. On. Giuseppe — Genova
10 Cipollina Avv. Giovanni — Sestri per Teglia
11 Delle-Piane Avv. Giuseppe — Genova - Fegino
12 Falchi Prof. Antonio — R. Università, Genova
13 Fedozzi Prof. Prospero — R. Università, Genova
14 Ferrari Prof. Sante — » » »
15 Grasso Prof. Giacomo — » » »
16 Lattes Prof. Alessandro — » » »
17 Manara Prof. Ulisse — » » »
18 Moresco Prof. Mattia — » » »
19 Niccolini Prof. Giovanni — » » »
20 Raggi Prof. Luigi — » » »
21 Rensi Prof. Giuseppe — » » »
22 Restori Prof. Antonio — » » »
23 Revelli Prof. Paolo — » » »
24 Rossello Prof. Adolfo — » » »
25 Rossi Prof. Agostino — » » »
26 Volpicella Dott. Luigi — R. Archivio di Stato, Genova

Digitized by Google

b) Soci corrispondenti residenti

1 Carloy Eugenio — Direzione giornale « Il corriere mercantile », Genova
2 Castagna Prof. Domenico — Ufficio civ. Belle arti, Genova
3 Codignola Prof. Arturo — » » » » »
4 Grosso Dott. Orlando — » » » » »
5 Labò arch. Mario — Via Roma 1, Genova.
6 Mannucci Prof. F. L. — R. Liceo A. Doria, Genova
7 Marengo Avv. Emilio — Direttore del R. Archivio di Stato, Genova
8 Monleone Prof. Giovanni — Municipio di Genova
9 Murra Prof. Pietro — Biblioteca R. Università, Genova
10 Pesce Maineri Avv. A. — Via Almeria 22, Genova
11 Picco Prof. Francesco — R. Università, Genova
12 Porrini Prof. Avv. Rainieri — Via XX Settembre 1, Genova
13 Saviotti prof. Alfredo — Via Casaregis 37, Genova
14 Schiaffini Prof. Alfredo — R. Università, Genova
15 Staffetti Conte Prof. Luigi — R. Liceo A. Doria, Genova
16 Vianello prof. Natale — R. Liceo Colombo, Genova
17 Vitale Prof. Vito — R. Liceo C. Colombo, Genova

c) Soci corrispondenti non residenti

1 Arias Prof. Gino — R. Università, Firenze
2 Bresciani-Turroni Prof. Costanttno — R. Università, Bologna
3 Del Vecchio Prof. Giorgio — R. Università, Roma
4 Ricca-Barberis Prof. Mario — R. Università, Torino
5 Taglialatela Prof. Edoardo
6 Vacca prof. Giovanni — R. Università, Roma
7 Vassalli prof. Filippo — R. Università, Torino
8 Wautrain-Cavagnari Prof. Vittorio — Via Crescenzio 48, Roma (33)

Digitized by Google

Digitized by Google

ISTITUTO DI FARMACOLOGIA SPERIMENTALE DELLA R. UNIVERSITÀ DI GENOVA
DIRETTO DAL PROF. A. BENEDICENTI

DOTT. RENZO AGNOLI

Assistente Rockefelleriano

DIURESI E SECRETINA

1. — Introduzione e scopo delle ricerche.

La questione dell'intervento della secretina nell'economia della funzione renale fu posta per la prima volta dal Barbera e Sculco (1) nel 1907. Tali AA. osservarono in cani curarizzati una diminuzione molto considerevole della quantità di urina gocciolante dagli ureteri recisi, in seguito alla introduzione per via endovenosa di quantità diverse del liquido di macerazione idroclorica di mucosa duodenodigiunale.

Tale fenomeno persisteva anche iniettando macerazioni di mucosa esaurita con l'alcool delle sostanze ipotensive che normalmente contiene (Bayliss e Starling (2)) e che potrebbero influire per via emodinamica sulla modificazione della diuresi, mentre le determinazioni oncometriche del rene, rivelando una diminuzione di volume, mettevano gli AA. in sospetto di una vasocostrizione renale, in contraddizione alla constatata vasodilatazione pancreatica (May (3)) e oculare, (Alessandro (4)) che avrebbe giustificato la diminuzione nell'escrezione renale.

Altri dati sperimentali indussero poi gli AA. ad ammettere che il liquido di macerazione acida di mucosa duodenodigiunale eserciti la sua azione moderatrice sulla diuresi in virtù di una inibizione specifica delle cellule escretorie renali pre-

(1) Barbera A. G. Sculco B., Arch. di fisiologia Vol. IV, Fasc. V, luglio 1907.

(2) Bayliss a. Starling., Journ. of Physiol. vol. 28 p. 325 353 1902.

(3) May Otto.; Journ. of. Physiol. vol. XXX, pag. 400.

(4) Alessandro J., Arch. di Oftalmologia 1907.

Digitized by Google

poste all' eliminazione dell' acqua, per azione cioè di sostanze frenoescretorie.

Il pregevole lavoro dei due AA. italiani ebbe il merito di definire chiaramente il problema nei suoi termini, offrendone una soluzione sperimentale che io posso in parte confermare. Le condizioni però nelle quali si posero i ricercatori sono, in vero, tali da indurre in dubbio circa l' attendibilità dei risultati ottenuti.

Difatti l' indagine di una funzione come la diuresi, soggetta a modificarsi per molteplici stimoli esterni, non è opportuno sia condotta in animali il cui sistema nervoso e il cui ricambio sono posti dal curaro in istato abnorme, nei quali inoltre la sezione degli ureteri può provocare, per via riflessa (Guyon) profondi perturbamenti nel circolo e nella funzione renale. L' osservazione degli animali quale la praticarono gli AA. per brevi periodi di 35-60 minuti è deficiente, e, sopratutto, non è accettabile il metodo dell' iniezione endovenosa di liquido in quantità diverse, non proporzionali al peso, a proprietà chimico fisiche tali da turbare bruscamente e profondamente l' equilibrio idrocolloidale del sangue.

In questo senso parlano anche le esperienze del Frey (1) sui conigli, le quali dimostrarono, che, se la somministrazione di acqua per os provoca sempre un aumento nella diuresi, con l' iniezione endovenosa la quantità di urina non cambia se pure non diminuisce, per l' insorgere di uno stato crampiforme nei vasi renali o per un improvviso rigonfiamento degli epiteli renali consecutivo alla idremia bruscamente provocata.

Migliori condizioni sperimentali realizzò il Douglas Cow (2) il quale, nel corso di alcuni studi sulla diuresi, si accinse, non mostrandosi a conoscenza dei ritrovati del Barbera, ad investigare l' azione degli estratti di mucosa intestinale. Impiegando animali con fistola vescicale permanente, metodo seguito poi da tutti i ricercatori, ed eliminando così le possibili alterazioni recate sia dal curaro sia dal trauma operatorio, e misurando l'urina eliminata durante ogni intervallo di 10 m' egli osservò che, mentre l' iniezione sottocutanea di 50 cmc. di

(1) Frey-Pflugers., Arch. Bd. 120. S. 93 165.

(2) Douglas Cow., Arch. f. exper. pathol. u. pharmak. Bd. 69, S. 393, 1913.

Digitized by Google

acqua non è seguita da nessuna modificazione nella diuresi, l'iniezione di eguale quantità di estratto intestinale idroclorico, neutralizzato con bicarbonato di soda produceva un aumento nella quantità di urina escreta paragonabile all'aumento che si verifica somministrando 50 cm^3 di acqua per os allo stesso animale. Trattasi in vero di piccole oscillazioni, le quali, secondo la mia esperienza, possono osservarsi nelle stesso animale, quantunque mantenuto a regime acquoso costante, con la massima facilità. Il Cow però sperimentando con lo stesso estratto portato a 100° e filtrato, o soltanto scaldato per 30 m' a 50°-60° a bagno maria, non registrò più nessuna azione diuretica. L'A. eliminò il dubbio che potesse trattarsi di una attività legata all' acido cloridrico contenuto negli estratti, sperimentando con iniezioni di soluzione normale decima di HCl e non osservando altre modificazioni all' infuori di quelle dovute all' acqua. Poggiando su questi dati sperimentali il Cow credette di poter pensare all' esistenza nel tratto gastro intestinale di una sostanza fermento-simile, in quanto termolabile, la quale rivela, iniettata per via sottocutanea, un potere diuretico.

A suffragare tale conclusione, completamente opposta a quella sopra citata del Barbera, potrebbero ricordarsi i fatti constatati da Ott e Scott (1) dimostranti un' azione diuretica degli estratti di varie ghiandole e singolarmente del pancreas, azione massima per gli estratti di paratiroide, se non si urtasse contro le note acquisizioni circa la presenza in tali organi di ormoni a capacità complesse e polivalenti.

Così pure secondo il Cow si potrebbe escludere che l' attitudine diuretogena riscontrata negli estratti possa andar confusa con un' azione dovuta soltanto a sostanze estrattive ricavate dalla parete intestinale, ricordando le ricerche di Stahelin (2) il quale, studiando le capacità diuretiche di varie diete, osservò che gli estratti di carne e di pesce determinano bensì un aumento nell' acqua eliminata, aumento che compare però non prima di 4-5 ore dopo il pasto e raggiunge il suo massimo ancora più tardi. La diuresi consecutiva alle introduzioni parenterali di estratti intestinali tocca invece un massimo dopo soli 70 minuti.

---

(1) Ott a. Scott. Am. I. of Med. 1910.

(2) Stahelin., Zeitsch f. Biol. Bd. 49 S. 231-1907.

Digitized by Google

Queste interessanti affermazioni suscitarono a breve distanza controlli e riprove, nella stessa scuola di Vienna, per opera dello Hashimoto (1), controlli promossi dal Gizelt (2) il quale, contrariamente alle esperienze di Cow, ritenne l'azione diuretica di estratti gastro intestinali (per iniezione endovenosa) non essere specifica bensì da riportarsi ai componenti minerali dell'estratto, e ciò avendo egli ottenuto con i soli sali una diuresi altrettanto rilevante come con eguale quantità di estratto gastro-intestinale. L'aumento nella eliminazione acquosa sarebbe dunque da riferire alla ben nota azione delle sostanze saline, sarebbe una diuresi da sali?

Lo Hashimoto risponde affermativamente a questa domanda, dopo avere constatato che l'aumento della diuresi, osservabile in seguito ad iniezione sottocutanea di estratti dei varii segumenti del tubo digerente, non solo è perfettamente analogo a quello rilevabile quando si iniettino i prodotti dell'incinerimento di tali estratti diluiti in acqua, ma che tale incremento nell'eliminazione acquosa è proporzionale al loro residuo in ceneri.

Difatti dosando le ceneri degli estratti cloruro sodici al 9 $^{0}/_{00}$, idroclorici al 4 $^{0}/_{00}$, acquosi semplici lo Hashimoto afferma di avere ottenuto la maggiore quantità di ceneri dall'estratto duodenale in Na Cl 9 $^{0}/_{00}$, il quale dimostra precisamente la massima efficacia diuretogena. Parimenti osservò che gli estratti idroclorici, meno ricchi in ceneri hanno più scarso potere diuretogeno, mentre estratti di altri organi, quali ad esempio il fegato, che si palesano efficaci diuretici contengono un residuo in ceneri massimo.

L'A. esclude anche la possibilità di un'azione ormonica, nel senso di un aumentata secrezione di sali da parte di ghiandole, stimolate a secernere dalla secretina eventualmente contenuta negli estratti intestinali, sali che, secondariamente, promuoverebbero un aumento della diuresi, in quanto non osservò mai cotale aumento dopo l'iniezione di estratti poveri di sali.

Lo Hashimoto quindi prende nettamente posizione accanto al Gizelt nell'affermare che determinati estratti di dati segmenti di tratto intestinale non mostrano di per se nessuna

(1) Hashimoto Masakadzu., Arch. f. exp. path. u. pharm. Bd. 76 S. 368 1914.

(2) A. Gizelt., Pflugers Arch. (Bd. 123, S. 40).

Digitized by Google

azione sulla secrezione renale e che piuttosto debbono venire considerati quali stimolanti della diuresi i componenti minerali in essi contenuti in piccola quantità.

Per comprendere la diversità tra i risultati di queste ricerche e quelli della scuola italiana è da tenere presente che l'A. iniettava per via sottocutanea 5 cm^3 pro kilo di estratto diluito con eguale quantità di acqua, realizzando in tal guisa l'introduzione di quantità relativamente cospicue di liquido e di contenuto minerale, tali da imprimere un'impronta particolare ai fenomeni; che egli non dimostra di aver preso in considerazione altro che i sali presenti nei suoi estratti senza curarsi della loro maggiore o minore concentrazione: che pur trattandosi di ricerche volte ad illumiuare una probabile capacità diuretica l'A. non ha esservato l'andamento della eliminazione di acqua somministrata, il cosidetto potere di diluizione, sotto l'influsso degli estratti in esame.

Inoltre l'avere sperimentato solo con estratti di mucosa intestinale e non con sostanze più semplici, quale la secretina pura, non evitando gli effetti diversi dovuti alle complesse sostanze contenute in tali estratti rappresenta una non lieve menda del pur importante lavoro.

Il Piticariu (1) il quale, sperimentando con secretina pura omologa, si era posto nelle migliori condizioni d'esame, ottenne con dosi non però precisate un sensibile aumento della diuresi senza modificazioni nella composizione delle urine; si può sempre obbiettargli la libertà di tecnica (iniezione endovenosa di 50 cm^3 di liquido di Locke, scioltavi la sostanza in istudio) che ricade nel campo degli apprezzamenti critici già pronunciati.

II. — Procedimenti tecnici e dati sperimentali.

Ci si trova quindi di fronte a tre opinioni contrastanti nel definire le modalità dei rapporti tra intestino e rene, o meglio tra i macerati di mucosa intestinale ed escrezione idrica del rene. Mentre il Barbera e Sculco ritengono trattarsi di un'azione inibitrice sulla diuresi, il Douglas Cow parla di un

(1) I. Piticariu., Réunion Biologique de Bucarest C. R. de la Soc. de Biol. 1916 pag. 871.

Digitized by Google

enzima diuretico, e lo Hashimoto riporta l'aumentata escrezione osservabile ad un fenomeno osmotico.

La questione posta in questi termini si offriva ricca d'interesse alle indagini sperimentali.

Nelle mie ricerche mi servii di secretina preparata secondo il metodo classico di Bayliss e Starling. Senza occuparmi delle numerose ed interessanti ricerche condotte per stabilire una costituzione chimica di questo ormone eccitosecretore, al quale è stata negata da Schweitzer (1) una identità con gli aminoacidi, si può ricordare che l'indagine sperimentale gli attribuì molteplici cugini, in corpi aventi qualche attività eccitosecretrice ma non mai tutte complessivamente quelle della secretina. Tali le secretine da calore, di Bickel e Van Eweyk (2), la vitamina B, della quale Voegtlin a. Myers (3) videro proprietà chimiche e fisiologiche affini a quelle della secretina (fatto però contestato da Anrep. a. Drummond (4) e da Cowgill (5); l'istidina, la secretina da spinaci (V. Eweik u. Tennebaum (6), la secretina da lievito (Haramaki (7) e molte altre. Del pari giova menzionare tra le molte ipotesi avanzate per chiarire il meccanismo di produzione della secretina (cui il Popielski (8) destituì di ogni personalità fisiologica, inquadrandola fra quelle sostanze stimolatrici delle secrezioni, vasodilatatrici ed ipotensive, « vasodilatine » presenti in molti organi e tessuti), quella di Delezenne e Pozerski (9), secondo i quali la secretina preesisterebbe nella mucosa duodenale come sostanza definita, cosicchè i vari agenti impiegati nella sua preparazione, acidi, alcali, ebullizione, temperatura di 0° servirebbero a neu-

---

(1) Schweitzer., Bioch. Zeitsch. Bd. 107 S. 256 1920.

(2) A. Bickel u. v. Eweyk., Setzung Ber. preuss. Akad. d. Wissenschaft 1921 S. 325.

(3) Voegtlin a. Myers., Journ. of pharmac, a. exp. therap. Vol. 13 1919.

(4) Anrep a. Drummond., Journ. of physiol. Vol. 54 pag. 349 1924.

(5) Cowgill., Proc. of the soc. f. exp. biol. a med. vol. 18, pag. 148, 1921.

(6) Eweyk u. Tennebaum., Bioch. Zeitsch. Bd. 125 S. 238 1921.

(7) Haramaki., Zeitschr. f. phys. u. diätet. Therapie Bd. 26 S. 343 1922.

(8) Popielski C. R., Soc. Biol. 1912 pag. 412.

(9) Delezenne e Pozerski., C. R. Soc. Biol. 1912. 30 Mars, pag. 561.

Digitized by Google

tralizzare una sostanza inibitrice dell'azione secretinica, sostanza che ha le caratteristiche delle diastasi e che gli AA. sospettano essere l'erepsina. Quantunque la secretina possa prepararsi da vari vertebrati non essendo la sua azione legata alla specie, come dimostrarono già Bayliss e Starling, pure conviene, sperimentando sul cane di prepararla da mucosa di cane.

In un primo gruppo di ricerche mi servii di estratto idroclorico preparato secondo la tecnica di Bayliss e Starling: in un secondo gruppo usai la secretina pura.

Nel preparare l'estratto idroclorico ho sempre agito in modo da ottenere per 50 gr. di mucosa raschiata circa 120 cm^3 di liquido. In questi estratti di mucosa intestinale, il v. Furth e Schwartz (1) prima e recentemente anche il Le Heux (2) dimostrarono la presenza di colina, mentre il von Abel, Dale e Laidlaw (citati da Molitor e Pick) vi trovarono della istamina; sostanze che entrambe sostengono una parte eminente nel modificare l'escrezione dell'acqua.

Il Parsons (3) ritiene invece che le quantità di istamina contenute nella secretina duodenale siano tali da non avere un significato fisiologico e che l'azione depressiva e secretagoga delle preparazioni secretiniche non sia dovuta al loro tenore in istamina.

L'A. però non prende in considerazione ciò che a noi interessa, l'azione della istamina sulla diuresi che è costante e notevole. La secretina pura preparai attenendomi, con lievi modificazioni al metodo proposto da Launoy e Oechslin (4) i quali applicarono all'estrazione della secretina il procedimento in uso per l'isolamento delle basi. Si precipita l'estratto idroclorico di mucosa duodeno digiunale, contenente la secretina, con il 7 % del suo peso di acido fosfowolframico in soluzione acquosa al 10 %. Si forma un voluminoso precipitato che si raccoglie dopo alcune ore, si lava con soluzione diluita di acido fosfowolframico, e si mescola con un eccesso di calce idrata. Alla miscela posta in una capsula di porcellana si aggiunge a due o tre riprese acqua distillata, scaldando a bagno

(1) V. Furth. a. Schwartz., Pflüg. Arch. Bd. 124 1907.
(2) Le Heux., Pflug. Arch. Bd. 173 1918.
(3) Parsons E. Am., I. of. Physiol. vol. 71, Pag. 479, 1925.
(4) Launoy et Oechslin., C. R. Soc. biol., 1913 pag. 338.

Digitized by Google

maria, fino a 95°, ottenendo infine per filtrazione circa 80-100 cm^3 di liquido di estrazione da 50 gr. di mucosa.

Con l'aggiunta di circa 6 volte il suo volume di alcool a 96°, si forma in questo liquido un precipitato fioccoso opalescente che decanta e si può separare abbastanza bene dal liquido: centrifugando con aggiunta di alcool si realizza un nuovo lavaggio e una miglior separazione. Non ottenni mai con questo metodo da 50 gr. di mucosa, più di 0,10 gr. di polvere bianca, secca, solubile in acqua distillata, e in soluzione cloruro sodica al 0,9 %, conservabile per molti giorni. La secretina, come la pituitrina e l'insulina non è di natura chimicamente definita e si comporta come questi ormoni: non cristallizza, è facilmente trascinata con i precipitati, stabile in mezzo acido, relativamente termostabile, e lenta alla dialisi (Penau (1)).

Questa secretina pura così preparata dimostrò fra le mani di Launoy e Oechslin un energico potere eccitosecretore pancreatico già a dosi di un mgr pro kilo di cane, dosi cui io pure mi attenni. Usai la secretina pura in soluzioni concentrate, contenenti 4 mgr. di sostanza per centimetro cubico, (onde evitare l'influenza su la diuresi di introduzione parenterale di acqua in notevole quantità. Fatto importante, da tener presente nell'interpretazione dei risultati ottenuti con questo metodo, si è che la colina è insolubile in ambiente alcalino Stanek) per cui è assai probabile che anche essa precipiti in seguito all'aggiunta di calce (Russo (2)).

Mi servii per le esperienze di cani di media taglia portatori di fistola vescicale permanente. L'operazione, condotta in narcosi morfocloralica, (formula di Richet) consisteva nell'introduzione in vescica, per via transperitoneale di un tubo da fistola, analogo a quelli consigliati da London per fistola gastrica opportunamente modificati.

Dopo un periodo di ematuria che durava da uno a tre giorni l'animale era in grado di esser sottoposto alle osservazioni sperimentali.

Previo lavaggio vescicale con soluzione fisiologica sterile, e svuotamento della vescica, l'animale mantenuto a dieta costante (400 gr. di pane e minestra pro die) e introducente

---

(1) Penau., Journ. de pharm. et de chimie., vol. 30 pag. 145 1925.
(2) Russo., Arch. de Scienze Biol. Vol. VIII, num. 1-2, 1926.

Digitized by Google

costante quantità di liquido veniva sottoposto all'esperienza sia dopo il pasto, sia dopo 12 ore da questo, sia digiuno da 24 ore. Ogni esperienza era preceduta da un periodo di osservazione della escrezione in condizioni normali.

In questa prima serie di esperienza tenni conto della quantità di urina eliminata dall'animale dopo iniezioni sottocutanee sia di estratto idroclorico (secretina di Bayliss e Starling) o di secretina pura (secretina di Launoy e Oechslin), e del contenuto in N totale e N ureico, determinati rispettivamente con il metodo di Kjeldhal e con il metodo dell'ureasi secondo Marshall.

Il periodo di osservazione di 1 ora dopo l'iniezione mi parve sufficiente sia per l'esperienza dei precedenti AA. sia per la mia, avendolo protratto talvolta più a lungo.

Date le quantità ridotte di urina a mia disposizione non potei seguire il comportamento delle altre frazioni azotate e dei sali. Dalle numerose esperienze eseguite il comportamento della diuresi si può schematizzare nelle seguenti affermazioni.

1. — Dopo l'iniezione di secretina idroclorica, in quantità massima di 20 cm^3 (sempre attorno ad $1\,^1/_2$ cm^3 pro kilo di animale) la diuresi diminuisce.

In questo senso parlano le esperienze eseguite. Ad esempio.

Esp. 6.a 18-V-1926

Cagna del peso di 13 Kg. operata di fistola vescicale il 14-V.

A digiuno da 24 ore.

Alle ore 9,10 pongo l'animale nell'apparecchio di Cyon e comincio a raccogliere le urine misurandole con pipette graduate.

Ore 9,20	urina cm^3	0,6	
9,30	»	2	in toto cm^3. 4,75 in 40 m'
9,40	»	1,6	
9,50	»	0,55	

Alle 9,50 iniezione sottocutanea 20 cm^3 secretina idroclorica preparata dalla mucosa duodeno-digiunale di cane del peso di Kg. 15, ottenendo 120 cm^3 di estratto. Dopo l'iniezione l'animale non dà segno di nessun perturbamento apprezzabile.

Digitized by Google

Ore 10	urina cm³ 0,15	
10,10	» 0,15	in toto cm³ 1,12 in 40 m'
10,20	» 0,22	
10,30	» 0,60	
10,40	» 0,55	in toto cm³ 2,27 in 60 m'
10,50	» 0,6	

Eguali risultati si ottengono anche con dosi minori di secretina idroclorica.

Esper. 5.a 17-V.

L'animale digiuno da 24 ore, viene posto alle ore 10,10 nell'apparecchio di contenzione.

Ore 10,20	urina cm³ 0,5	
10,30	» 0,85	in toto cm³ 7,35 in 40'.
10,40	» 3,6	
10,50	» 2,4	

Alle ore 10,50 iniezione sottocutanea di 10 cm³ secretina idroclorica.

Ore 11	urina cm³ 1,8	
11,10	» 0,8	in toto cm³ 4,70 in 40'
11,20	» 1,9	
11,30	» 0,2	
11,40	» 0,2	in toto cm³ 5,70 in 60'.
11,50	» 0.8	

Eguale fatto si osserva nell'animale a minore distanza dal pasto quando è più abbondante l'eliminazione acquosa e meno gravoso il lavoro osmotico del rene.

Esp. 9.a 22-V.

Cane 12 ore dopo il pasto. Alle 9,5 viene posto nell'apparecchio.

Ore 9,15	urina cm³ 7,10	
9,25	» 8,10	in toto 15,84 in 30 m'.
9,35	» 0,64	

Alle ore 9,35 riceve iniezione sottocutanea di 20 cm³ secretina idroclorica, ricavata da cane di 16 Kg. di peso.

Digitized by Google

Ore 9,45	urina cm³	4,9	
9,55	»	2,8	in toto 7,80 in 30 m'.
10,05	»	0,10	
10,15	»	1,5	
10,25	»	2,2	
10,35	»	4,6	in toto 16,10 in 60 m'.

Esp. 19.a

Cane digiuno da 19 ore.

Ore 15	urina cm³	1,1	
15,10	»	2,2	in toto cm³ 5,5 in 30 m'.
15,20	»	2,2	

Iniezione sottocutanea 13 cm³ secretina idroclorica di cane di 19 Kg. Dopo l'iniezione l'animale appare, contro l'usato, sonnolento e torpido.

Ore 15,30	0,1	
15,40	0,61	in toto 0,81 cm³ in 30 m'.
15,50	0,1	
16	1,9	
16,10	0,74	
16,20	0,82	
16,30	2,1	in toto 5,37 cm³ in 70 m'.

2. — Dopo iniezione di secretina pura, in dose di 1 mgr. pro kilo di animale, in veicolo acquoso mai superiore ai 3 1/ cm³ la diuresi aumenta.

Esp. 7.a

Cane a 13 ore dal pasto. Alle ore 9 viene posto nell'apparecchio di contenzione.

Ore 9,10	urina cm³	4,6	
9,20	»	3,7	in toto cm³ 14,8 in 40 m'.
9,30	»	1,8	
9,40	»	4,7	

Alle ore 9,40 l'animale riceve per iniezione sottocutanea mgr. 13 di secretina pura disciolta in 3 cm³ di soluzione fisiologica.

Digitized by Google

Ore 9,50	urina cm³ 6,4	
10	» 3,2	in toto cm³ 16,9 in 40 m'.
10,10	» 4,1	
10,20	» 3,2	
10,30	» 2,8	
10,40	» 5,8	in toto cm³ 24,9 in 60 m'.

Esp. 8.a

Cane subito dopo il pasto.

Ore 9,10	urina cm³ 0,8	
9,20	» 1,5	in toto cm³ 3,3 in 30'.
9,30	» 1	

Iniezione di 13 mgr. secretina pura in 3 cm³ soluz. fisiologica.

9,40	urina cm³ 2,5	
9,50	» » 2,6	in toto cm³ 6,7 in 30 m'.
10	» » 1,6	
10,10	» » 2,4	
10,20	» » 4,2	
10,30	» » 3,1	in toto cm³ 16,4 in 60 m'.

Esp. 11.a

Cane subito dopo il pasto.

Ore 10,20	urina cm³ 1,7	
10,30	» 1,6	in toto cm³ 17 in 30 m'.
10,40	» 13,7	

Iniezione sottocutanoa 13 mgr. secretina pura in 3 cm³ soluz. fisiologica.

10,50	urina cm³ 0,4	
11	» 22,5	in toto cm³ 37,6 in 30'.
11,10	» 14,7	
11,20	» 1,9	
11,30	» 20,5	
11,40	» 19	in toto cm³ 79 in 60 m'.

Digitized by Google

Esp. 14.a

Cane a digiuno da 18 ore.

Ore 9,20	urina cm³	1,1	
9,30	»	5,2	in toto 14,8 in 30 m'.
9,40	»	8,5	

Iniezione sottocutanea 13 mgr. secretina pura.

9,50	urina cm³	8,3	
10	»	10,6	in toto 22,4 in 30 m'.
10,10	»	3,5	
10,20	»	11	
10,30	»	8	
10,40	»	9,8 in toto 51,2 in 60 m'.	

Da queste, come dalle numerose altre prove sperimentali da me ripetute su varii cani con secretine provenienti da diversi animali, se appare abbastanza chiaramente dimostrato il diverso influsso che sulla diuresi esercita l'estratto idroclorico di mucosa duodenodigiunale rispetto alla secretina pura, e ciò nelle condizioni estreme della eliminazione acquosa al suo massimo postprandiale e al suo minimo digiunale, pure le oscillazioni che già spontaneamente intervengono nel ritmo escretorio renale, analogamente a quello biliare, pancreatico (Benedicenti) (1) etc. possono indurre in dubbio circa l'attendibilità delle osseivazioni. Quantunque il ripetersi costante degli aumenti e delle diminuzioni nelle varie esperienze mi avesse già dato la sicurezza non potersi ritenere puramente occasionali e fisiologiche tali modificazioni, pure volli indagare quali atteggiamenti fosse per impartire la secretina alla eliminazione di una derminata quantità di acqua somministrata all'animale sempre alla stessa distanza dai pasti. E considerando, come si può giustamente, l'acqua somministrata quale fattore diuretico venivano così ad osservarsi anche le interdipendenze fra azione secretinica e diuresi provocata.

Tale tecnica, largamente usata e con ottimi risultati dai due eminenti farmacologi viennesi Molitor e Pick (2) e da

(1) Benedicenti. Giorn. della R. Accad. Med. di Torino, 7 lug. 1905.

(2) Molitor u. Pick. Arch. f. exp. path. u. pharmak. Bd. 101, s. 108, 1924.

Digitized by Google

altri della stessa scuola in numerose ricerche che avrò presto occasione di ricordare, confermò con evidenza ancora maggiore i risultati ottenuti nel primo gruppo di esperienze.

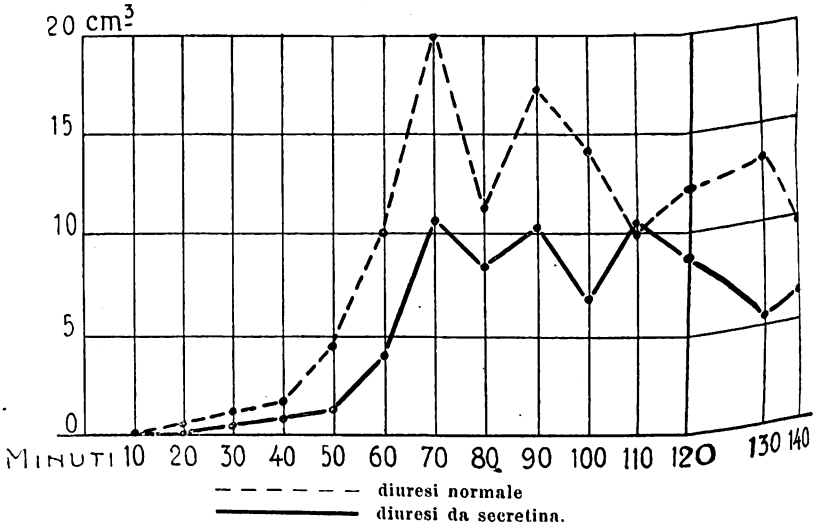
Introducevo mediante la sonda nello stomaco di cani con fistola vescicale, 14 ore dopo il pasto serale, una quantità costante di acqua fontis.

Tracciata preventivamente la curva di eliminazione di quest'acqua in condizioni normali, raccolsi varie osservazioni dopo l'iniezione sottocutanea delle sostanze in istudio.

Esp. 24 e 25.

Cagna 12,500 Kg. con fistola vescicale permanente. A 14 ore dal pasto somministrazione mediante la sonda esofagea di 250 cm.^{3} di acqua fontis. L'animale è posto nell'apparecchio di contenzione e dopo 5 m' comincia la raccolta delle urine per ore 2,30. Stabilita così la curva di eliminazione fisiologica il giorno seguente si ripete la somministrazione di acqua e subito dopo si pratica iniezione sottocutanea di 20 cm.^{3} secretina idroclorica. Le due curve sono rappresentate insieme.

TABELLA I.



Normalmente dopo l'introduzione di acqua si ha un periodo con diuresi scarsissima (al disotto o attorno a 1 cm.^{3}) che dura per 30-40' e manca solo quando si inizii l'esperienza durante un

Digitized by Google

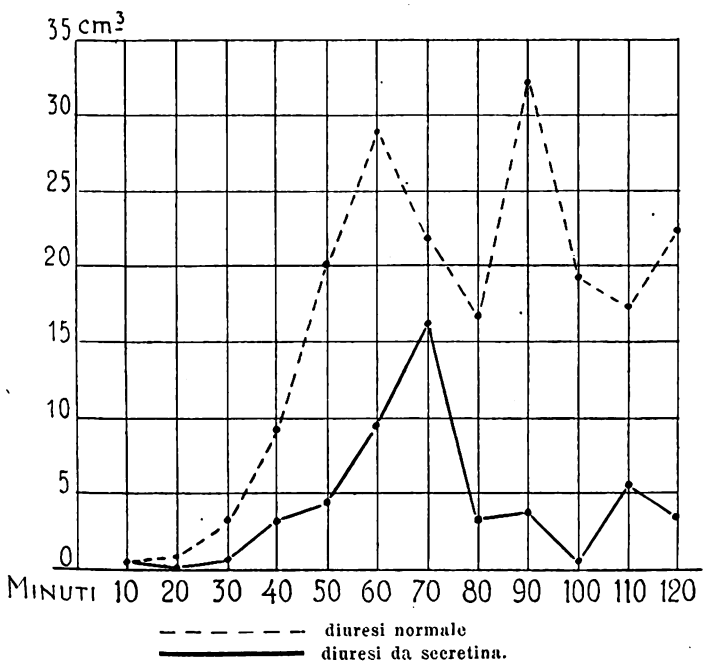
periodo di abbondante escrezione spontanea (ad es. un'ora dopo il pasto). Dopo l'iniezione di secretina idroclorica l'andamento della curva è eguale: si ha anche qui l'iniziale periodo di scarsa diuresi che però si protrae e l'eliminazione non raggiunge, durante il periodo di osservazione, nè frazionatamente nè complessivamente i valori della diuresi normale. Difatti mentre in 140 m' l'animale normale elimina 130 cm.^{3} d'acqua sui 250 introdotti, tale cifra si riduce a cm.^{3} 78 dopo l'iniezione di estratto di mucosa duodenale.

Tali fatti risultano con evidenza anche più decisiva da altre esperienze nelle quali per la maggior quantità d'acqua introdotta le differenze tra le due curve sono più spiccate.

Esp. 28-29.

Cagna dopo 14 ore dal pasto. Nella prima esperienza si segue l'escrezione dell'acqua dopo avere, con la sonda, versato nello stomaco dell'animale 400 cm.^{3} di acqua; nella seconda si osserva tale andamento dopo iniettati 20 cm.^{3} di secretina idroclorica.

TABELLA II.



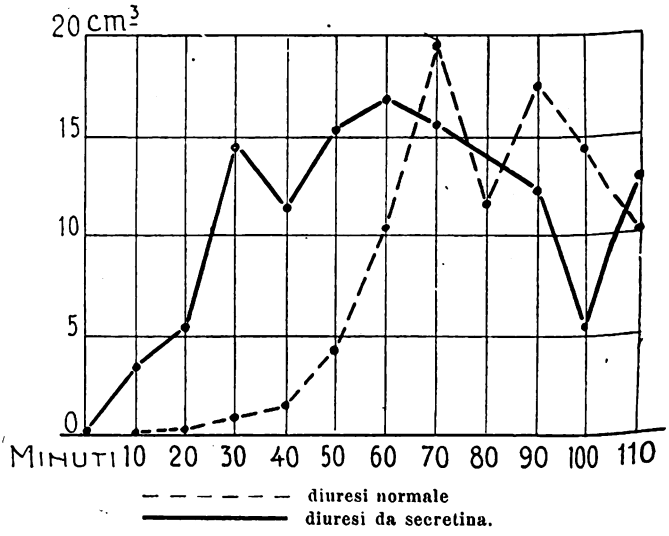
Digitized by Google

In questa esperienza di contro ai 189 cm.³ eliminati in due ore dall'animale normale stanno 53 cm.³.

Esperienze con egual metodo condotte pongono in efficace risalto l'aumento dell'escrezione idrica conseguente alla introduzione di secretina pura.

Esper. 26.

TABELLA III.



Cagna a 14 ore dal pasto. Introdotti con la sonda 250 cm.³ di acqua ed iniettati contemporaneamente 12 mgr. secretina pura sciolta in 3 cm.³ di acqua. In queste condizioni sperimentali il periodo iniziale di scarsa diuresi scompare, la diuresi si fà rapidamente abbondante e se pure la curva non tocca il massimo osservabile in condizioni normali pure realizza in 150 minuti una eliminazione di 168 cm.³ rispetto ai 146 di norma.

Inoltre se consideriamo le quantità di urina escrete durante la prima ora di esperienza contiamo 68,2 cm.³ contro 18,4; proseguendo l'esperimento si osserva un fenomeno di compensazione. Ciò non è paragonabile a quanto accade nella diminuita diuresi per iniezione di estratto idroclorico, ove la quantità

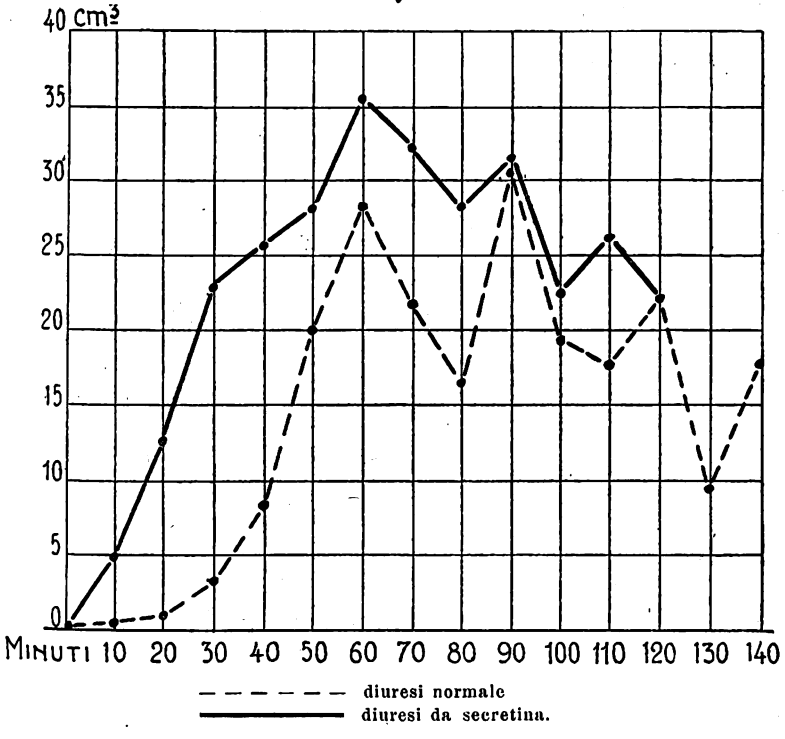
Digitized by Google

di escreto è per tutta la durata dell'esperienza minore che in condizioni normali.

Tale particolare è meno palese nella esperienza 29 che riproduce ingrandito il fenomeno principale.

Esp. 29.

TABELLA IV.



Eliminazione di 400 cm³. di acqua somministrati con la sonda dopo iniezione di 15 mgr. di secretina pura.

In due ore il rene elimina dopo l'iniezione di secretina 292 cm³. di urina; l'eliminazione dell'animale normale è di 189.

In questa esperienza nella prima ora il valore della diuresi secretinica è di cm³. 130,5 rispetto a 61 cm³.; meno rilevante è la differenza nella seconda ora durante la quale la eliminazione sperimentale è di 161,5 cm³. mentre la normale

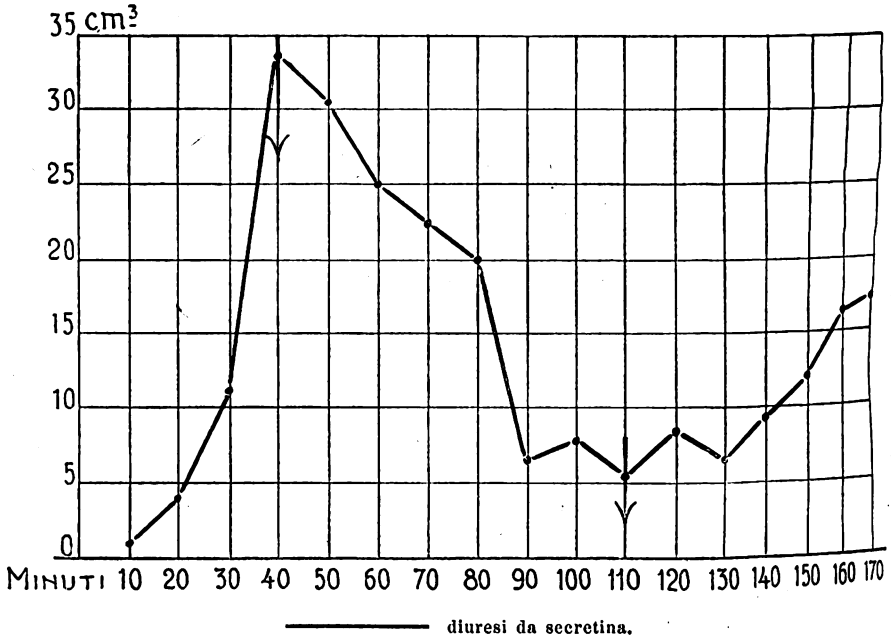
Digitized by Google

è di 130. Si potrebbe inferire da questo essere caratteristico dell'attitudine diuretica della secretina pura l'esaurirsi rapidamente.

Inoltre la secretina pura è capace di aumentare la diuresi già ridotta per azione della secretina idroclorica.

Esp. 38.

TABELLA V.



diuresi da secretina.

Cane digiuno da 20 ore. 350 cm³. di acqua con la sonda. Al 40' iniezione sottocutanea di 20 cm³. secretina idroclorica; al 110 m' 13 mgr. secretina pura.

Oltre le modificazioni quantitative ricercai, come ho detto, quelle qualitative limitandomi però ai dosaggi di azoto totale ed ureico (e ciò per la scarsa quantità di escreto fornito dall'animale) negli esperimenti condotti sulle modificazioni nella diuresi normale.

Digitized by Google

Il Piticariu (1) riferisce di non avere osservato nessuna modificazione nella composizione dell'urina negli animali da lui trattati con iniezioni endovenose di secretina pura, mentre Abelous et Soula (2) trovarono nelle urine di cane, dopo 30 minuti dall'introduzione di HCl nel duodeno, (con che suscitavano un passaggio in circolo di secretina) aumentati valori dell'estratto secco, dell'azoto e delle ceneri, ciò che insieme ad altri fatti osservati da codesti AA. li induce ad attribuire alla secretina il significato di un ormone catabolizzante.

Nelle mie ricerche ottenni dei risultati contradditori. Alcune esperienze mi diedero insieme ad un aumento della diuresi aumento dell'N. percentuale o dell'N. assoluto (quantità contenuto nell'urina eliminata) in altre invece potei osservare aumento della escrezione azotata percentuale mentre l'eliminazione acquosa era diminuita.

Alcuni dei valori sperimentali possono raccogliersi nella seguente tabella ove sono riprodotte delle esperienze con diuresi aumentata.

---

(1) I. Piticariu. Réunion Biologique de Bucarest C. R. de la Soc. de Biol., 1916, pag. 871.

(2) Abelous et Soula. Compt. rendus hébdomadaires de l'acad. des sciences, vol. 170, pag. 759, 1920.

Digitized by Google

TABELLA I. *Esperienze con diuresi accresciuta.*

Prima dell'iniezione di secretina			Dopo			
Diuresi in cmc.	N. totale	N. ureico	Diuresi	N. totale	N. ureico	
14,8	0,29 % in assoluto 0,041	0,28 %	16,9	0,336 % in assoluto 0,047	0,28 %	Esp. 7.a iniez. 13 mgr. secretina pura.
3,3	2,493 % in assoluto 0,082	1,428 %	6,7	2,283 % in assoluto 0,152	1,680 %	Esp. 8.a iniez. 13 mgr. secretina pura.
17	0,35 % in assoluto 0,059	0,336 %	37,6	0,322 % in assoluto 0,121	0,252 %	Esp. 11.a iniez. 13 mgr. secretina pura

TABELLA II. *Esperienze con diminuita diuresi.*

Prima dell'iniezione di secretina			Dopo			
Diuresi in cmc.	N. totale	N. ureico	Diuresi	N. totale	N. ureico	
4,75	1,162 % in assoluto 0,055	0,784	1,12	1,33 % in assoluto 0,014	0,864 %	Esp. 6.a iniez. 20 cmc. secretina idroclorica.
15,84	0,378 % in assoluto 0,059	0,280 %	7,80	0,756 % in assoluto 0,058	0,588 %	Esp. 9.a iniez. 20 cmc. secretina idroclorica.

Digitized by Google

Se queste ed altre esperienze depongono per un'aumentata escrezione di cataboliti azotati, indipendenti dalle modificazioni nella diuresi, posso però ricordarne altre dalle quali ricavai dati precisamente opposti.

TABELLA III.

Prima dell'iniezione di secretina			Dopo			
Diuresi in cmc.	N. totale	N. ureico	Diuresi	N. totale	N. ureico	
10,6	0,70 % in assoluto 0,094	0,448 %	12,4	0,43 % in assoluto 0,053	0,364 %	Esp. 12.a iniez. 13 mgr. secretina pura.
14,8	0,35 % in assoluto 0,051	0,29 %	22,4	0,21 % in assoluto 0,047	0,196 %	Esp. 14.a iniez. 13 mgr. secretina pura.
5,5	0,854 % in assoluto 0,046	0,728 %	0,81	0,742 % in assoluto 0,006	0,56 %	Esp. 19.a iniez. 13 cmc. secretina idroclorica.

Potrei far notare come in queste ultime esperienze la secretina sia stata introdotta in circolo dopo 15-19 ore dal pasto, in condizioni quindi di lavoro renale più difficile e tali forse da non potere rendere evidente la mobilizzazione di scorie azotate che la secretina potrebbe ipoteticamente produrre, ma non voglio appellarmi a giustificazioni non dimostrabili. In base ai fatti osservati non mi pare ancora possibile trarre conclusioni attendibili, nel senso dei citati autori, da queste ricerche.

Digitized by Google

Mi riservo in indagini successive di stabilire nelle diverse frazioni degli azoti urinari e sanguigni e nei sali quelle eventuali modificazioni che possano contribuire a rendere meglio noto il modo d'agire di questo ormone.

III. — Interpretazione dei dati sperimentali.

Volendo ora tentare una interpretazione dei fenomeni osservati trovo elementi chiarificatori nelle acquisizioni fisiologiche e chimiche già procurate dai vari Autori.

È noto infatti come l'estratto idroclorico di mucosa duodeno-digiunale eserciti un'azione decisamente ipotensiva; come esso contenga due sostanze chimicamente definite: la colina e l'istamina.

L'importanza della pressione sanguigna nel determinismo della funzione renale è tale che, sia accettando la classica teoria di Ludwig, sia quella di Cushny (1), la diminuzione dell'escrezione acquosa dopo l'entrata in circolo di una sostanza ipotensiva potrebbe già spiegarsi con tale meccanismo.

Infatti altre sostanze ipotensive, come il peptone (Zaleski (2) Gizelt (3)) sono capaci di provocare una diminuzione nella diuresi. La diuresi però non si modifica sempre di pari passo con la pressione: il cloroformio, malgrado il forte abbassamento che provoca aumenta la quantità di urina escreta, (Gelati e Vaccari (4)): l'etere che abbassa meno la pressione ed aumenta il circolo renale impoverisce la diuresi: la caffeina che aumenta la pressione non aumenta sempre la diuresi.

Inoltre la colina e la istamina esercitano sul ricambio idrico un'azione che è già stata, da più Autori, studiata.

Contrariamente a quanto riferiva il Desgrez (5) che cioè nei cani aumenta, dopo iniezione di colina, la quantità di urina

(1) Cushny. The secretion of the urine. Ed. Longmann. Green. London 1926.

(2) Zaleski. Abhand. d. Akad. d. Wissensch in Krakau Bd. 33, S. 36 cit. da Gizelt.

(3) A. Gizelt. Pflugers Arch. (Bd. 123, S. 40).

(4) Gelati e Vaccari. Boll. soc. Med. Chir., Modena, vol. 6°, pag. 97.

(5) Desgrez. C. R. de l'Acad. des Sciences, Vol. 135, pag. 52, 1902.

Digitized by Google

gocciolante da una cannula introdotta nell'uretere, Abl, più recentemente (1) osservò nell'uomo una inibizione della diuresi par azione della colina, e Molitor e Pick (2) con esperienze condotte in cani muniti di fistola vescicale stabilirono l'azione inibitrice della diuresi appartenente alla colina. Eguale proprietà è caratteristica della istamina (*β*. imidoazoliletilamina) come accertarono gli stessi AA. e come io pure potei osservare in numerose esperienze, sia considerando le modificazioni nella diuresi normale sia quelle nella diuresi provocata.

Tale inibizione della diuresi non è durevole nè tenace; essa è vinta dalla somministrazione di urea. Analogamente, nella esperienza 38ª da me riportata, la diminuzione della diuresi consecutiva all'iniezione di estratto idroclorico è fatta cessare dall'entrata in circolo di secretina pura.

Si può quindi ritenere che l'abbassamento della pressione arteriosa (sia questo dovuto alla colina ed istamina, sostanze ad azione ipotensiva, sia invece da attribuirsi all'azione di proteine trasformate, tipo peptone, contenute nell'estratto) agendo sulla circolazione generale, la colina e l'istamina, modificatrici della distribuzione del sangue, agendo sull'idremia, secondo Molitor e Pick, o sull'innervazione vasomotrice e secretoria del rene, coniughino i loro effetti giustificando in tal modo la diminuzione della diuresi.

Più ardua l'interpretazione della diuresi che segue alla iniezione di secretina pura.

La quantità minima della sostanza introdotta e l'impossibile partecipazione sia dei sali sia dell'acqua introdotta in circolo nel produrre il fenomeno, la termostabilità della sostanza, che esclude l'ipotesi di un'azione fermento simile, la costituzione chimica ignota, quantunque appartenente verosimilmente al gruppo dei derivati proteici, sono dati i quali inducono, per esclusione, a pensare ad un'azione ormonica. La secretina è sprovvista di rilevanti capacità modificatrici della pressione sanguigna, come risulta dal tracciato seguente; anche il ritmo del cuore di rospo appare solo lievissimamente alterato dopo introduzione in circolo di tale sostanza.

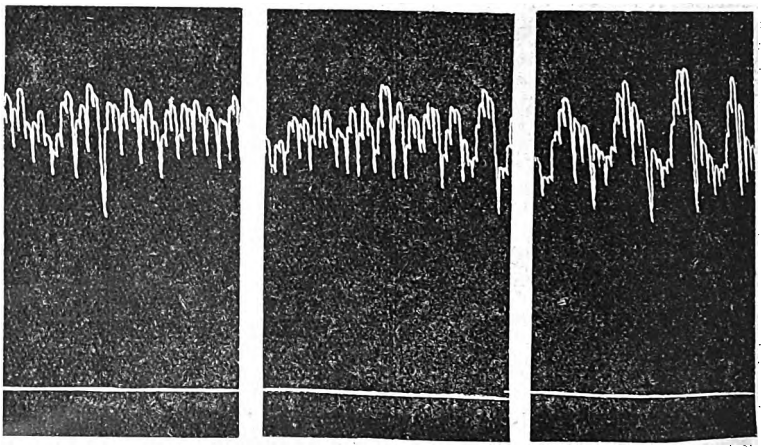
---

(1) Abl. Arch. f. Exper. Path. u. Pharmak., Bd. 74, S. 119, 1913.

(2) Molitor u. Pick. Arch. f. exp. path. u. pharmak., Bd. 101, s. 198, 1924.

Digitized by Google

TRACCIATO I. — Cane di Kg. 19.

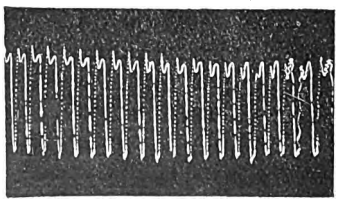


I. pressione sanguigna carotidea in condizioni normali.

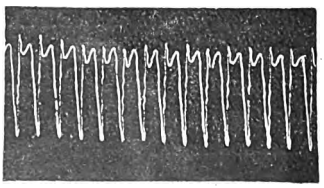
II. pressione subito dopo l'iniezione endovenosa di 20 mg. secretina pura disciolta in 5 cmc. soluz. fisiologica.

III. pressione dopo 10 m'.

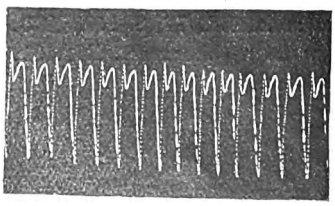
TRACCIATO II. — Cardiogramma di Bufo viridis.



I. in condizioni normali.



II. dopo instillazione di 1 cmc. soluzione fisiologica contenente 4 mgr. di secretina pura.



III. dopo iniezione intraperitoneale di $^1/_2$ cmc. soluzione fisiologica (con 2 mgr. di secretina pura).

Digitized by Google

Volendo cercare l'interpretazione in una azione esplicantesi sull'innervazione renale si deve ricordare che, mentre le ricerche di Asher (1) hanno stabilito spettare al vago un potere eccitosecretore e allo splancnico un potere inibitore, le ricerche farmacologiche già ricordate sulla colina, sostanza vagotropa, quelle di Arnstein e Redlich (2) sull'adrenalina e sull'ergotamina, sostanze simpaticotrope rispettivamente eccitanti ed inibenti, hanno accertato per tutte una diminuzione della diuresi, dimostrando come questo fenomeno singolarmente complesso, si sottragga alle regolazioni nervose quali conosciamo per altre ghiandole.

Poichè dunque le diverse sostanze che attaccano l'innervazione del rene provocano tutte una inibizione della diuresi sarebbe strano il pensare che la secretina pura agisca per l'intermezzo delle fibre nervose; fatto che sarà pure oggetto per parte mia di altre ricerche.

Del pari non è ammissibile postulare l'ipotesi, sostenuta da Molitor e Pick (3) a spiegare l'efficacia diuretica dell'urea, di una sottrazione di acqua ai tessuti estrarenali, processo paragonabile alla diuresi da soluzioni ipertoniche, mancando alla secretina, nelle dosi introdotte, il potere osmotico necessario a determinare tali spostamenti nel valore dell'idremia da ripercuotersi sulla diuresi.

Solo una profonda modificazione nell'irrorazione renale, una intensa vasodilatazione potrebbe chiarire con elementi noti il fenomeno. È vero che il Barbera vide con l'oncometro una vasocostrizione renale, ma si trattava di iniezioni endovenose di estratto grezzo, mentre tale fenomeno troppo spesso sfugge o è male valutato con le determinazioni oncometriche, date le sconcordanze messe in evidenza da Gottlieb e Magnus (4) e Brodie (5) tra il dato oncometrico, la quantità di sangue circolante nel rene e l'urina secreta. Mi propongo quindi di ricercare con metodi di osservazione capilloroscopica diretta dei

(1) Asher u. Backmann. Zeitsch. f. Biol., 1917, Bd. 67, S. 327.

(2) Arnstein u. Redlich. — Arch. f. exp. path. u. pharmak. Bd. 97, pag. 15, 1923.

(3) Molitor u. Pick. Wien klin. Wochenschr., 1922, Nr. 17.

(4) Gottlieb e Magnus. Arch. f. exp. path. u. pharm., 1901, Bd. 46 S. 223.

(5) Brodie. Proc. Roy soc., 1913-14, Vol. 87, pag. 571.

Digitized by Google

glomeruli renali tale dato ausiliario. Difatti è possibile che, analogamente a quanto si osserva nel pancreas e nelle altre ghiandole che risentono l'azione eccitosecretrice della secretina, avvenga anche nel rene una vasodilatazione che aumenti insieme con l'irrorazione sanguigna anche la diuresi.

L'azione ormonica della secretina potrebbe essere intesa precisamente in questo senso.

IV. — Conclusioni.

1. — Gli estratti di mucosa duodenodigiunale in HCl 4 $^{0}/_{00}$ esercitano sulla diuresi un'influenza diversa dalla secretina pura.

2. — La secretina idroclorica iniettata sottocute provoca una diminuzione nella diuresi spontanea, una diminuzione nell'eliminazione dell'acqua somministrata.

3. — La secretina pura aumenta la diuresi spontanea, anticipa ed accresce l'eliminazione dell'acqua somministrata.

4. — La capacità inibitrice della secretina idroclorica può essere riferita al suo potere ipotensore, al suo contenuto in colina ed istamina, sostanze inibitrici della diuresi.

5. — L'azione della secretina pura si può ritenere una azione ormonica, il cui punto d'attacco resta ancora da precisare.

Digitized by Google

LUIGI COGNETTI DE MARTIIS

PROF. DI ANATOMIA COMPARATA NELLA R. UNIVERSITÀ DI GENOVA

GIACOMO CATTANEO

Prolusione al corso ufficiale letta il 12 gennaio 1926.

Al Magnifico Rettore, al chiarissimo signor Preside, ai Professori, all'uditorio scelto e gentile qui convenuto per onorare la memoria del mio illustre predecessore porgo un cordiale saluto.

Il consiglio dei Professori della Facoltà di Scienze di questa R. Università chiamandomi ad occupare la cattedra di Anatomia comparata rimasta vacante in seguito alla morte di Giacomo Cattaneo mi ha dato una dimostrazione della quale sento il valore altissimo, pari alla riconoscenza sincera che tale dimostrazione m'inspira.

Questo — presentandomi pubblicamente nella nuova sede — il primo attestato dell'animo mio. Animo acceso da volontà fervida di fronte al dovere che mi si affida, animo compreso del più profondo rispetto per la memoria del Maestro che da qui ha prodigato alla gioventù studiosa il suo vasto sapere.

Fra i ricordi della mia vita studentesca universitaria due mi è caro richiamare in questo momento. Uno è legato ai primi passi nella coltura naturalistica cui mi spronavano gl'insegnamenti avuti dalla cattedra. Chiesi un giorno al mio illustre Maestro, il compianto Sen. Lorenzo Camerano, che mi suggerisse la lettura d'una sintesi chiara della storia della disciplina che avevo appreso alle sue lezioni. Colla consueta bonaria cortesia il Maestro volle subito contentare il desiderio dell'allievo ancora inesperto, e mi pose fra mano la prolusione fatta da Giacomo Cattaneo il 2 dicembre 1890 in questo Ateneo: « Uno sguardo alla storia e alle condizioni presenti dell'Ana-

Digitized by Google

tomia comparata ». Lessi d'un fiato quelle pagine, nobilissime per forma, dense di contenuto, ma limpide e suggestive. Tanto mi piacquero che volli farne tesoro, e me le ricopiai fedelmente nel quaderno in cui avevo raccolto con ordine gli appunti delle lezioni del Camerano.

L'altro ricordo si annida nell'affetto paterno, rapitomi quando appena avevo terminato gli studi universitari. Mio Padre fu professore di Economia Politica e di Sociologia nell'Ateneo torinese, ma ebbe sempre intenso culto per le scienze naturali.

Da una geniale visione dei fenomeni offerti dagli animali sociali in rapporto al procacciamento di quanto loro occorre per vivere egli seppe trarre idee feconde per inquadrare nei concetti evoluzionistici i fenomeni economico-sociali, e il loro iniziale svolgimento nelle diverse razze umane.

Spesso nei discorsi bonariamente educativi che mio Padre mi teneva, con grande mio diletto e profitto, quando studiavo all'Università, il nome di Giacomo Cattaneo era ricordato come quello di un amico assai stimato ed apprezzato, al pari di Carlo Emery ed altri ancora, specialmente quale autorevole sostenitore della formola darwiniana e della spegazione di fenomeni biologici col suo sussidio.

Io non ho avuto la fortuna di incontrarmi personalmente con Giacomo Cattaneo, e me ne duole, ma posso ben dire che a Lui mi legava una vecchia amicizia, destatami da mio Padre e dal mio Maestro, sorretta sempre da grande stima e da un sincero affetto, anche se non confortata dall'onore di una Sua stretta di mano.

Nell'aprile del 1921 mi presentai a questo Istituto per cercare di Lui, ma seppi, col più vivo rammarico, che la malferma salute lo costringeva a rimanere ritirato in casa.

Purtroppo la fibra scossa dal male non potè reggere che pochi anni ancora, e proprio quando — or sono tre mesi — la volontà salda dell'insegnante appassionato al dovere s'accingeva a sorreggergli le forze pel nuovo compito annuale, a beneficio della scuola che Lui aveva creato, la morte Lo colse.

Gli diedero la vita Antonio Cattaneo e Carolina Saglio. Nato il 23 settembre 1857 in Pavia, città universitaria per eccellenza, ebbe dal padre, professore di Fisica, e dagli ascendenti paterni l'amore per la scienza e la passione per l'insegnamento. Dagli ascendenti materni, dediti al commercio, trasse

Digitized by Google

verosimilmente la prontezza coordinatrice del pensiero. Dagli uni e dagli altri, tutti lombardi, ereditò la bontà e la gentilezza così largamente diffuse nella gente fra il Ticino e il Mincio.

L'insegnamento avuto in Liceo a Milano, da Pio Raina e da Francesco d'Ovidio, suscitò nella mente eletta di Giacomo Cattaneo un fascino speciale per le lettere, per gli studi letterari e per le argomentazioni filosofiche. Onde la bellezza e la chiarezza dello stile delle Sue opere.

La consuetudine di trascorrere le vacanze nella casa materna a Semnago sul lago di Como gli fornì un ambiente atto in modo singolare a favorire la contemplazione delle bellezze naturali e l'amore per quelle scienze che in Lui si sviluppava sempre più sotto la guida illuminata di sommi quali il Maggi, il Pavesi, il Taramelli, il Cantoni ed altri che furono suoi Maestri nell'Ateneo pavese.

Alla laurea, conseguita assai lodevolmente nel 1879, tennero dietro, già tre anni dopo, il conferimento della Libera docenza e la nomina a professore incaricato nella Scuola normale della R. Università di Pavia.

E ben meritava il Cattaneo, non ancora trentenne, d'essere chiamato collega dagli stessi suoi Maestri. Lo attestano altamente la nomina a Socio corrispondente del R. Istituto lombardo di Scienze e Lettere di Milano, e la eleggibilità a cattedra universitaria di Zoologia e Anatomia comparata, ottenute entrambe nel 1884. Pochi anni dopo venne nominato Socio corrispondente della R. Accademia di Scienze, lettere ed arti di Modena e della Società Ligustica di Scienze e lettere di Genova.

Fu titolare di cattedra dapprima nella R. Università di Sassari nel 1889, poi in quella di Cagliari, per passare, nel novembre 1890, alla cattedra di Anatomia comparata dell'Ateneo genovese.

Rapida la carriera perchè prodigiosamente fecondo di appassionato lavoro il periodo corrispondente di Sua vita.

Tenne Giacomo Cattaneo l'insegnamento universitario per 42 anni consecutivi, con zelo non inferiore a quello che l'animò nello studio e nella ricerca scientifica. Egli era profondamente persuaso che anche pel professore universitario precipuo dovere è « docere ».

Le sue prime ricerche originali, avviate quando era ancora studente, si svolsero sui Protozoi. Ecco un primo indice della

Digitized by Google

passione scientifica destatagli dagl'insegnamenti di Leopoldo Maggi: questi appunto, com'è ricordato dallo stesso Cattaneo nella commemorazione del Maestro (1905), « svolgeva un corso di Protistologia, teorico e pratico, per fornire al medico una delle basi scientifiche moderne della sua arte ».

Lo studio minuto dei Protozoi, sia liberi che parassiti, ch'Egli svolse per lungo periodo di anni, con sicura competenza, lo portò alla dimostrazione di buon numero di fatti nuovi, relativi all'anatomia e alla fisiologia, in special modo dei Cigliati. Alla memoria del Maestro amato e venerato volle legare la scoperta fatta nel sangue del comune granchio marino *Carcinus moenas* d'un nuovo Cigliato parassita che denominò *Anophrys maggii*.

La serie di memorie protistologiche del Cattaneo, circa una ventina, va dal 1877 al 1912, ed è in parte distribuita in riviste straniere.

Ma a più vaste ricerche Lo doveva spingere l'impulso avuto in quella meravigliosa scuola pavese dalla quale uscirono, oltre al Cattaneo, Battista Grassi, Corrado Parona, Angelo Andres, Raffaello Zoia, Rina Monti, P. Magretti, Bonardi.

L'insegnamento del Maggi « era un seguito di sintesi mor-
« fologiche, emergenti dal coordinamento di molti fatti intorno
« ad un'idea direttiva; e sullo sfondo di quelle formule e di
« quei diagrammi, o talvolta piuttosto quadri e schemi didat-
« tici, i giovani vedevano aprirsi i larghi orizzonti della nuova
« biologia fondata sulla teoria dell'evoluzione, e uscivano dalla
« scuola riconoscenti al maestro che aveva loro inculcato quel
« fecondo indirizzo con insistenza d'apostolo ».

Sono queste frasi scritte appunto dal Cattaneo. Ecco come sa parlare il cuore generoso dell'allievo affezionato quando glorifica i meriti del Maestro!

È presente in questa sala austera e raccolta, una eletta signora che di quel cuore conobbe un altro palpito, e lo fece suo. Maria Sacchi, fervente studiosa di Anatomia comparata, quanto distinta e geniale ricercatrice, allieva e collaboratrice del Cattaneo, Gli fu sposa esemplare e premurosa. Nella famiglia schiusa da una nobile passione in cui cuori e intelletti vibravano all'unisono non mancarono certo la bontà, la rettitudine, nè l'amor di patria, che ha toni di infinita dolcezza quando sgorga dal sentimento di una Madre che l'ha ereditato ardentissimo dai genitori.

Digitized by Google

L'indirizzo avuto dal Maggi nelle teorie evolutive trovò nella genialità e nella coltura sempre più vasta del Cattaneo un terreno meravigliosamente fertile. Si era allora in un periodo in cui la ricerca scientifica risentiva, già anche da noi, largamente del benefico impulso datole dal dilagare del concetto darwiniano della scelta naturale per spiegare la evoluzione dal semplice al complesso.

L'anatomico, portato a una logica comparazione degli organi, cessava a poco a poco di rinchiudersi nell'arido schematismo « riducentesi a trovare il simile nel diverso » ma si spingeva « a tradurre le somiglianze in rapporti di parentela ». La « comparazione degli organi veniva a porsi sulle sue vere basi, « a fondarsi non già sull'apparenza esterna o sulle funzioni « esercitate dall'organismo, ma sulla comunanza di origine em- « briologica e genealogica. Tale metodo comparativo morfolo- « gico, che tende a studiare non solo la forma, ma anche la « *formazione,* venne applicato per la prima volta dai natura- « listi filosofi, precorrendo i metodi moderni ».

Giacomo Cattaneo, ormai eccellente fra i nostri migliori naturalisti, anche per acume critico e filosofico, così appunto delineò (Prolusione 1890) il periodo in parola nei riguardi della scienza da lui professata, periodo che culminò col diffondersi delle idee enunciate da Ernesto Haeckel nella sua « Generelle Morphologie der Organismen », opera alla quale spetta appunto il merito d'aver tracciato a chiare linee il metodo morfogenetico.

Il fervore di apostolo ammirato nel Maggi riappare nell'allievo di questi, che si fa apostolo a sua volta, e non dalla cattedra soltanto.

Così volle il Cattaneo agevolare la conoscenza in Italia di due chiare opere didattiche tedesche di Anatomia comparata e di Zoologia particolarmente indicate per lo studente desideroso d'istruirsi in quelle discipline alla luce dei concetti evoluzionistici e del metodo morfogenetico.

Come l'Emery aveva favorito, colla sua traduzione italiana, la conoscenza del Manuale di Anatomia comparata di Carlo Gegenbaur nelle nostre scuole, per stabilirvi viemeglio l'indirizzo anatomico « fondato sul principio della evoluzione successiva degli organismi », analogo merito si aggiudicò il Cattaneo traducendo in italiano l'ottimo Compendio di Anatomia comparata dei Vertebrati di Roberto Wiedersheim, sempre lar-

Digitized by Google

gamente e vantaggiosamente consultato ancora oggi nei nostri Laboratori. Assai proficua anche la traduzione della Zoologia del Claus, chè mancava allora (1891) un trattato recente ed esteso su tale materia nella nostra lingua.

Ben comprese il Cattaneo l'utilità, pei nostri studenti e studiosi, della lettura di quell' ottimo libro scritto da un « evoluzionista convinto » che seppe tuttavia sottoporre « le opinioni « dei vari autori a un severo esame, mantenendo nel campo « evolutivo un *criticismo*, fecondo di ulteriori progressi ».

E volle il Cattaneo, aiutato in ciò da Maria Sacchi, che gl'italiani potessero facilmente e pienamente godere il talento meraviglioso e il rigore dei ragionamenti di Herbert Spencer rivolti a considerare fenomeni naturali e quasi a divinarne le cause sulla base di un' analisi stringata. Così comparve nel 1888 la prima versione nella nostra lingua dei Primi principi.

Giacomo Cattaneo ebbe sempre per guida un sano spirito didattico mirante al duplice scopo di istruire e insegnare a ragionare attentamente sull'istruzione impartita. Egli aveva la intima convinzione che per un sicuro possesso di teorie generali, comprendenti anche parecchie discipline, così come per costruirle, « lo scienziato di buona vista fosse non meno a suo posto del filosofo d' ampia coltura ».

E Cattaneo fu strenuo paladino appunto della più generale fra tutte, la teoria dell' evoluzione, alla quale — sono Sue parole — « Darwin naturalista e Spencer filosofo fecero fare un « gran passo, approfittando dei dati di tre scienze, la geologia, « la botanica e la zoologia, e giungendo a conclusioni in gran « parte simili » (I limiti d. Scienza, Pens. It. 1896, febbr.).

Nella ricerca scientifica ebbe una norma severa da lui stesso così sintetizzata: « La scienza ha per intento di cercare « il vero coi mezzi che sono a sua disposizione, e sotto quel- « l' aspetto con cui è dato all'umana mente di raggiungerlo; « si preoccupa quindi assai delle prove che lo dimostrino tale, « e poco delle conseguenze, vere o fittizie, che ne derivino ». La scienza, insomma, alla verità « domanda solo *di dove viene* e non *dove va* ». (I limiti d. scienza, p. 263).

Ho sopra accennato ad una serie di monografie del Cattaneo sui Protozoi. È questa si può dire la Sua produzione essenzialmente giovanile, eppure già perfetta. Le rimanenti sue opere, a parte le traduzioni, ammontano a circa un centinaio.

Trattano di Molluschi di Artropodi, dal punto di vista fisiologico e anatomico: fondamentali le ricerche sui caratteri e

Digitized by Google

sul comportamento degli amebociti di quegli animali. Più lunga e genialmente varia la serie dei lavori sui Vertebrati, densa fra altro di nuovi e importantissimi dati illustranti l'anatomia, la fisiologia e la minuta struttura del sistema digerente dei Pesci e dei Mammiferi. Smagliante e preziosa, anche come indice di un intelletto superiore, la ricca serie di lavori sui temi più belli e più difficili della biologia generale, sulle idee scientifiche di nostri grandi quali Vanini, Alfonso Borelli, Rusconi, Malpighi e sul loro contributo al progresso delle scienze biologiche, anche come precursori.

Tutte queste serie di lavori del Cattaneo hanno radice nel periodo degli anni di studi universitari. Sua è una nota del 1876 illustrante un'*Escrescenza cornea frontale* di un ruminante e pubblicata negli Atti della Società italiana di Scienze Naturali di Milano. Suoi il lavoro sintetico su *Le individualità animali* comparso nel 1879 nei medesimi Atti, e quello su *L'individualità dei molluschi*, pubblicato nel Bollettino scientifico di Pavia nel 1882.

La mente poderosa di Giacomo Cattaneo seppe dunque subito accogliere ed elaborare parecchi soggetti contemporaneamente, instancabile nella analisi come nella sintesi.

La questione, allora palpitante di attualità, che forma oggetto del Suo primo lavoro sui Molluschi, venne dal Cattaneo curata con particolare interesse, e gli servì quale incentivo a studiare a fondo un problema fondamentale in biologia, quello dell'individualità organica animale, cui si connette la interpretazione della metameria. Problema magistralmente trattato in un grosso volume che data dal 1883 ed ha per titolo: *Le colonie lineari e la morfologia dei Molluschi.*

Troppo breve il tempo perchè mi sia possibile illustrare ora degnamente l'opera del Cattaneo come scienziato, nè sarebbe giusto che io mi sostituissi in tale compito geloso a qualche suo allievo che certo saprà accomunare la voce del cuore al sentimento di venerazione pel Maestro.

Fra gli allievi di Giacomo Cattaneo molti si sono distinti in modo singolare, facendo tesoro, oltrechè dei Suoi insegnamenti, anche di quelli avuti in questo glorioso Ateneo da Corrado Parona, uscito Lui pure dalla scuola del Maggi.

Taluno ha già da tempo salito la cattedra universitaria, e fra questi amo ricordare l'ottimo e chiarissimo mio amico e collega Prof. Raffaele Issel, continuatore nella nostra Facoltà

Digitized by Google

delle rare doti intellettuali e didattiche, non solo del Maestro, ma anche del Padre. Nè posso tralasciare l'espressione della particolare mia simpatia per un giovane allievo del mio predecessore, il Prof. Raffaele Anselmi, libero docente in Anatomia comparata. Oltrechè lo studioso e l'insegnante appassionato devesi apprezzare in lui l'eroico reduce dalla grande guerra, onde mi è doppiamente caro saperlo mio Aiuto e mio compagno di lavoro.

E neppure va tralasciato il nome del Celesia fondatore benemerito della « Rivista italiana di Scienze biologiche ».

***

I grandi naturalisti hanno avuto di regola suffragio potente nell'opera loro da un'arte sublime: quello di servirsi delle teorie rimettendole sempre in questione, ben persuasi che bandirle significa misconoscere la salutare agitazione ch'esse creano nelle idee, derivandone emulazione al lavoro, ardente e appassionata. Giacomo Cattaneo fu indubbiamente fra questi.

Si trovò di fronte, ancora giovanissimo, la teoria dell'evoluzione, circonfusa dell'aureola radiosa e avvincente che sopratutti Darwin le aveva saputo dare. Egli ne provò intensissima agitazione nelle idee, già assai fervide, e volle dimostrare tutto il suo entusiasmo additando pure la via che ogni naturalista, ogni studioso che se ne accosti, deve seguire per trarne i frutti migliori.

« Le dottrine evolutive, egli proclamò nel 1882 (Colonie « lineari, prefaz.), si possono ammettere o non ammettere; ma « in un modo o nell'altro fa d'uopo essere da capo a fondo « logici e conseguenti, e non già restare timidamente a mezzo. « Non è quindi un buon metodo quello d'affermare principii « trasformisti nella parte generale d'un lavoro zoologico, e poi « usare nelle parti speciali il linguaggio e le concezioni della « vecchia zoologia. Ciò indica senza dubbio un'assimilazione « incompleta ».

Ammonimento coscienzioso che torna in alto onore a Giacomo Cattaneo didatta. Per Lui, pel suo spirito critico, l'assimilazione completa delle dottrine evolutive equivalse a metterle a rigoroso controllo con un numero grandissimo di casi, non pochi analizzati *de visu*, applicando, nel limite del possibile il metodo fondato sulla conoscenza della morfogenia. Così voleva facessero anche gli altri.

Digitized by Google

« Le ricerche morfologiche — Egli avvertì in tempi in cui « ve n'era molto bisogno — non possono trascurare le que- « stioni genealogiche. Senza dubbio è questa la parte più com- « plicata e scabrosa della scienza zoologica; ed io, nella mia « piccolezza, procurai di serbare la dovuta temperanza, evitando « così la smodata tendenza congetturale che va prevalendo « anche troppo, specialmente nelle ipotesi filogenetiche, come « quell'eccessivo scetticismo o quella critica esclusivamente « demolitrice, che non producono nulla di utile per la scienza ». (Colonie lin.).

Ora, appunto per agevolare ai giovani studiosi italiani la conoscenza dei fondamenti della morfologia e della morfogenia animale, indispensabili per poter assimilare le questioni genealogiche, Giacomo Cattaneo volle offrire loro, in breve sintesi elementare tali fondamenti. Il nitido volumetto, edito dall'Hoepli nel 1894, incontrò la più favorevole accoglienza: esso può dirsi il primo manuale italiano che tratti la moderna Biologia generale.

L'alta e indiscussa Sua competenza in questa complessa disciplina fece sì che parecchie Riviste periodiche, sia italiane che forestiere, Lo vollero quale prezioso collaboratore per diffondere idee nuove o rinnovate, per divulgare la conoscenza dei fatti di capitale importanza rivelati dal progresso degli studi.

Egli sentì altamente il dovere di far conoscere all'estero con quale attività gl'italiani si dedicassero alle questioni che tanto appassionavano Lui pure, e collaborò con una lunga serie di recensioni dei loro lavori, facendo parte del comitato redattore della Année biologique dal 1898 in quà, cioè quasi a partire dall'anno in cui quell'eccellente pubblicazione venne fondata per opera di Yves Delage.

Nell'Ateneo genovese, al quale era grandemente affezionato, fondò e diresse, assieme a Corrado Parona, il Bollettino dei Musei di Zoologia e Anatomia comparata, che ebbe vita rigogliosa anche per la efficace e scelta collaborazione dei due valenti Direttori.

*
* *

Ho detto quale e quanto fervore abbia animato Giacomo Cattaneo per le dottrine evolutive. Tale fervore non si affievolì certo nel periodo della Sua vita in cui le forze cedevano sotto

Digitized by Google

il peso degli anni e della salute malferma. Il male potè aver ragione, e in parte soltanto, della prodigiosa attività lavorativa che caratterizzò il Suo miglior periodo di vita fisica, ma non attenuò certo la versatilità e la potenza creatrice dell'ingegno che seppe ad esempio additare con felice intuito, già dieci anni or sono, quando l'endocrinologia era ai suoi primi albori, la importanza delle secrezioni interne come fattori evolutivi.

Si fece più intenso in Lui, in questi ultimi anni, il nostalgico ricordo della città natale e del millenario Ateneo che Gli aveva schiuso una doppia felicità: quella offertagli dalla scuola e quella donatagli dalla Sua famiglia. Volle, il Cattaneo, dedicare il Suo talento di scienzato e di storico delle scienze ad esaltare l'opera di un illustre compatriota, fulgida gloria dell'Ateneo pavese e della sua scuola zootomica. Scrisse, per la storia dell'Anatomia comparata, una dettagliata memoria su Mauro Rusconi.

È questa l'ultima Sua monografia: porta la data dell'anno testè chiuso. Ne conservo gelosamente un esemplare inviatomi in dono da Lui a Bari ove appunto l'anno scorso ho esordito come titolare della cattedra di Zoologia e Anatomia comparata nel nuovissimo « Ateneo dell'Adriatico ».

Sul dono prezioso sta scritto di Suo pugno: « Con rallegramenti e saluti. G. Cattaneo ». La frase cortese mi ha destato la più viva emozione, e mi è caro rievocarla qui oggi.

In questo Istituto da Lui fondato e sempre migliorato con amorevole cura, nella medesima aula che raccolse la calda sua parola di Maestro, e conobbe l'attenzione devota degli allievi ai quali donava « fecondo indirizzo con insistenza d'apostolo », compio con reverenza di umile successore il grato dovere di rendere omaggio sincero alla memoria di Giacomo Cattaneo. Qui la sua memoria rimane imperitura, come negli annali della scienza è conservata gelosamente l'opera vasta e profonda del morfologo, del biologo e del naturalista filosofo appassionatissimo, e universalmente apprezzato.

Chiudo la mia prolusione porgendo un saluto particolarmente affettuoso agli studenti che mi hanno ascoltato e qui mi ascolteranno. Al dolore condiviso per la recente perdita oggi rievocata devo pur unire la compiacenza di saper davanti a me dei giovani desiderosi d'apprendere. Dolore e compiacenza mi ricordano ancora una volta il vecchio canone: « Fa tesoro dei contrasti chè ti affinano l'animo ».

Digitized by Google

Elenco delle Pubblicazioni di G. Cattaneo (*).

1. (1876) Escrescenza cornea frontale in un *Bos taurus* (*I. S.* vol. XIX, pp. 489-492, 1 tav.).
2. (1877) Sulla produzione di microfiti nell' interno delle ova. Considerazioni ed esperienze (*I. S*, vol. XX, fasc. 2, pp. 89-102, 1 tav.).
3. (1878) Prime ricerche sui protozoi (*Tipografia Successori Bizzoni, Pavia*, pp. 1-12).
4. » Sulla produzione plasmogonica del *Leptothrix* e del *Leptomitus*. (*R. I. L.* Ser. II, vol XI, fasc. III, pp. 165-168).
5. » Intorno all' anatomia e fisiologia del *Podostoma filigerum* Clap. e Lach. (*I. S.* vol. XXI, fasc. 1, pp. 30-36).
6. » Intorno all' ontogenesi dell' *Arcella vulgaris* Ehr. (*I. S.* vol. XXI, fasc. 3-4, pp. 331-343, 1 tav. color.).
7. (1879) Intorno ai Rizopodi (*B. S.* An. I, n. 1, 2, 3-4, pp. 6-8; 25-29; 50-61).
8. » Sull' anatomia e fisiologia dell' *Acanthocystis flava* Greef. Tesi di laurea. (*I. S.*, vol. XXII, fasc. 1-2, pag. 46-63, 1 tav. color.).
9. » Recensione del lavoro di Brock I. « Intorno agli organi riproduttori dei cefalopodi » (*Z. Z.* vol. 32, parte I, dic. 1878) in (*N. F.* p. 207).
10. » Id. di Kock G. R. Intorno alla filogenia degli *Antipatharia*, (*M. J.* vol IV, supplem.) in (*N. F.* p. 207).
11. » Id. di Gegenbaur C. Sullo scheletro cefalico dell' *Alepocephalus rostratus* Risso, (*M. J.* vol. IV, supplem.) in (*N. F.* p. 208).
12. » Id. di Sorokin N. Sul *Gloidium quadrifidum* nuovo genere di protisti, (*M. J.* vol. IV) in (*N. F.* pp. 208-209).
13. » Intorno a un caso singolare di *ovum in ovo* (*I. S.* vol. XXII, fasc. 1-2, pp. 66-78, 1 fig.).
14. » Sul significato morfologico delle parti esteriori del metovo (*B. S.* An. I, n. 3-4, pp. 61-64).
15. » Le individualità animali. Studio morfologico (*I. S.* vol. XXII, fasc. 3-4, pp. 223-291, 2 tav. color.).
16. » L'evoluzione degli organismi. Schizzo (*B. S.* An. I, n. 5, pp. 70-76).
17. (1880) Darwinismo. Saggio sulla evoluzione degli organismi (*Fratelli Treves, Milano*, un vol. pp. V-VII, 1-112).
18. » L'analisi e la sintesi morfologica dell' organismo animale (*N. F.* vol. IV, n. 1, 2, 3 e 4, pp. 1-32).

(*) Compilato dalla Sig.ra Prof. Dott. Maria Sacchi ved. Cattaneo.

Digitized by Google

19. » Gli individui organici e la morfologia. Appunti critici (*B. S.* An. I, n. 6, 85-89).
20. » L'unità morfologica e i suoi multipli. Considerazioni e proposte (*B. S.* An. I, n. 8, pp. 114-125).
21 (1881) Contribuzioni all'anatomia comparata dello stomaco dei Kanguri (*B. S.* An. III, n. 3, pp. 68-75).
22. (1882) Le individualità dei molluschi. Comunicaz. prevent. (*B. S.* An. III, n. 2, pp. 59-64).
23. » Le colonie lineari e la morfologia dei molluschi (*Fratelli Dumotard, Milano*, un vol. pp. I-XXIV, 1-420, 15 fig. 2 tav. cromolitog. doppie).
24. » Protisti e acque potabili (*G. M.* vol. 1882).
25. » I protisti del lago di Como (*B. S.* An. III, n. 4, pp. 111-121, 2 fig.).
26. » Protisti e protistologia (*F. S.* vol. I, fasc. V, pp. 585-591).
27. » L'architettura delle formiche (*N. M.* An. II, n. 3, pp. 37-89, 1 fig. in 4).
28. » Sull'origine della metameria. Nota (*N. N.* Ann. 1882).
29. » Sugli organi riproduttori femminili dell'*Halmaturus Bennetii*, Gould. Note anatomo-fisiologiche (*I. S.* vol. XXIV, fasc. 4, pp. 228-251, 1 tav.).
30. » Sugli organi riproduttori *etc.*, *id. id.* Sunto dell'A. (*B. S.* An. IV, n. 1, pp. 26-27).
31. » Sul trattato di Anatomia Comparata dei Vertebrati del Prof. Wiedersheim. Rivista (*B. S.* An. IV, n. 3, pp. 88-96),
32. (1883) Sull'istologia del ventricolo e proventricolo del *Melopsittacus undulatus* Shaw. (*B. S.* An. V, n. 1, pp. 8-18).
33. » Sur l'histologie du ventricule et du proventricule du *Melop. und.* etc. (*J. M.* t. VII pp. 508-512 e 571-576).
34. » Le forme fondamentali degli organismi (*F. S.* An. III, vol. 3, n. 1,2 e 3, pp. 1-27; 140-172; 275-298, 3 tav.).
35. » Ernesto Haeckel e la morfologia delle meduse (*N. M.* An. III, n. 7-8, pp. 97-100; 124-126, con ritratto in 4°).
36. » Fissazione, colorazione e conservazione degli infusorii. Studii di tecnica protistologica (*B. S.* An. V, n. 3 e 4, pp. 89-95; 122-128).
37. (1884) La genesi della metameria. Risposta al Prof. Carlo Emery (*G. I. M.* An. VI, pp. 1-12.
38. » Istologia e sviluppo dell'apparato gastrico degli uccelli. Comunicaz. prevent. (*B. S.* An. VI, n. 1, pp. 20-24).
39. » Istologia e sviluppo dell'apparato gastrico degli uccelli. Monografia (*I. S.* vol. XXVII, pp. 88-175, 4 tav. doppie).
40. » I protozoi del porto di Genova, di A. Gruber Rivista (*B. S.* An. VI, n. 2, pp. 62-64).

Digitized by Google

41 (1885) Idee di Giulio Cesare Vanini (1616) sull'origine ed evoluzione degli organismi. Note critiche (*F. S.* vol. IV, n. 4, pp. 429-443).

42. » Ueber der Vererbung. Erlangen (1885). Ueber Leben und Tod. *Jena* (1884). — Zur Frage nach der Unsterblichkeit der Einzelligen (*B. C.* (1885) di August Weismann. Recensione (*F. S.* vol. IV, n. 4, pp. 472-474).

43. » La continuità del plasma germinativo come base di una teoria dell'eredita, di A. Weismann. Nota (*B. S.* An. VII, n. 3 e 4, pp. 120-124).

44. » Sulla struttura e formazione dello strato cuticolare (corneo) del ventricolo muscolare degli uccelli. Risposta al D.r Curzio Bergonzini (*B. S.* An. VII n. 3 e 4 pp. 87-92).

45. (1886) Giovanni Lamarck e Carlo Darwin (*F. S.* Ser. II, vol. V, pp. 65-96).

46. » Struttura e sviluppo dell'intestino dei pesci. Comun. prevent. (*B. S.* An. VIII, n. 1, pp. 4-11).

47. » Sulla formazione delle cripte intestinali negli embrioni del *Salmo salar* (*R. I. L.* Ser. II, vol. XIX, fasc, IX, pp. 363-370)

48. » Istologia e sviluppo del tubo digerente dei pesci. Monografia *I. S.* vol. XXIV, fasc. 1, pp. 73-133, 3 tav. doppie).

49. » Die Continuität des Keimplasma's als Grundlage einer Theorie der Vererbung von August Weismann, (*Jena* 1885), pp. I-IV 1-122, in 8°. Osservazioni critiche e discussione (*F. S.* vol. V, fasc. XXIX pp. 309-315).

50. » Sviluppo e disposizione delle cellule pigmentali nelle larve dell'axolotl. Nota (*B. S.* An. VIII. n. 2, pp. 42-46).

51. » Sull'esistenza delle glandule gastriche nell'*Acipenser sturio* e nella *Tinca vulgaris* (*R. I. L.* Ser. II, vol. XIX, fasc. XV-XVI pp. 676-682, 1 tav.).

52. » Sul significato fisiologico delle glandule da me trovate nelle stomaco dello storione e sul valore morfologico delle loro cellule. Risposta a un'osservazione del Prof. Wiedersheim. (*B. S.* An. VIII, n. 3-4, pp. 105-110).

53. » Ulteriori ricerche sulla struttura delle glandule peptiche dei selaci, ganoidi e teleostei (*B. S.* An. VIII, n. 3-4, pp. 90-99).

54. » L'origine dei sessi (*F. S.* Ser. II, vol. V, fasc. XXXVI, pp. 742-752).

55. (1887) La fisiologia comparata della digestione (*B. S.* An. IX, n. 1, pp. 22-28).

56. » Sulla struttura dell'intestino dei crostacei decapodi e sulle funzioni delle loro glandule enzimatiche (*I. S.* vol. XXX, fasc. 3, pp. 238-272, 1 tav. doppia).

57. » Sur la structure de l'intestin des crustacés décapodes et sur les foctions de leurs glandes enzymatiques (*A. B.* t. IX, fasc. II, pp. 1-12).

Digitized by Google

58. » La nuova biologia (*S. L.* An. I, n. 1, pp. 1-7, in 4°).
59. » Contributions à l'ètude des Bopyriens, di ALFRED GIARD et JULES BONNET (Travaux de l'Institut zoologique de Lille et du Laboratoire de zoologie maritime de Wimeraux. Lille. Vol. V, con tavole) Rivista (*B. S.* An. IX, n. 4, pp. 122-124).
60. (1888) Sugli amebociti dei crostacei. Comun. prev. (*B. S.* n. 1, pp. 15-20).
61. » Amoebocytes des crustacés. Commun. prélim. (*A. B.* vol. X, pp. 267-272).
62. » Sulla struttura e sui fenomeni biologici delle cellule ameboidi nel sangue del *Carcinus maenas* (*I. S.* vol XXXI, fasc. 3-4, pp. 231-266, 1 tav.).
63. » *Id. id.* Sunto dell'A. (*A. B.* e *Z. A.*).
64. » Di un'infusorio ciliato parassita del sangue del *Carcinus maenas* (*B. S.* An. X, n. 1, pp. 11-15).
65 a 67. (1888) *Id. id.* (*Z. A.* n. 286, pp. 1-4). *Id. id.* (*A. B.* t. X, fasc. 2, pp. 197-201). *Id. id.* (*C. B. P.* II Jahr, 4. Band, n. 7).
68. » Intorno a un recente lavoro sullo stomaco degli uccelli. Nota. (*Stabilimento tipolitogr. Successori Marelli, Pavia*. pp. 1-4).
69. » Note sui protozoi lacustri (*B. S.* An. X, n. 3-4, pp. 90-100).
70. (1889) Sulla morfologia delle cellule ameboidi dei molluschi e artropodi. (*B. S.* An. XI, fasc. 1,2, pp. 3-29; 33-57, 2 tav. doppie).
71. » Note tassonomiche e biologiche sul *Conchophthirus anodontae* (Ehr.) (*R. I. L.* Ser. II, vol. XXII, fasc. XIV, pp. 604-614, 1 fig.).
72. (1891). Uno sguardo alla storia e alle condizioni presenti dell'Anatomia Comparata. Prolusione letta all'Università di Genova il 2 dicembre 1890 (*F. S.* 1891).
73. » Gli amebociti dei cefalopodi. Comun. prelim. (*L. N. G.* vol. II, pp. 206-214).
74. » *Id. id.* (*A. B.* t. XV, fasc. 3, pp. 409-417).
75. (1891-92) Gli amebociti dei cefalopodi e loro confronto con quelli d'altri invertebrati (*U. G.* 1891-92, pp. 1-50, 4 tav. in 4°.).
76. (1892) Cenni storici dei musei di Zoologia e Anatomia comparata della R. Università di Genova (*M. U.*) In collaborazione con C. PARONA).
77 e 78. (1982) Influenza del letargo sulle forme e i fenomeni biologici delle cellule ameboidi negli invertebrati (*L. N. G.* vol. III, pp. 248-250). *Id. id.* (*M. U.* n. 1, pp. 1-3).
79. (1892) Sulle papille esofagee e gastriche del *Luvarus imperialis* (*L. N. G.* An. III, fasc. IV, pp. 298-303).
80 e 81. (1893) Sull'anatomia dello stomaco del *Pteropus medius* (*L. N. G.* vol. IV, pp. 142-149 con fig.) *Id. id.* (*M. U.* n. 10, pp. 1-8).

Digitized by Google

82. » Sur l'anat. de l'estomac etc. (*A. B.* pp. 344-350).
83. » Note anatomiche e zoologiche sull' *Heterocephalus* Rüppel (*M. C.* Ser. II, vol XIII, pp. 419-447, 1 tav.) In collaborazione con C. PARONA.
84 e 85. (1893) A proposito dell' *Anophrys Maggii* (*L. N. G.* vol. IV, pp. 422-426). *Id. id.* (*M. U.* n. 20).
86 e 87. (1894) LINNEO evoluzionista? (*L. N. G.*, vol. V, fasc. III, pp. 205-213) *Id. id.* (*M. U.* n. 23)
88 e 89. » Sullo stomaco del *Globicephalus Svineval* Flow. e sulla digestione gastrica nei delfinidi (*L. N. G.* vol. V, pp. 252-266, 1 tav. *Id. id.* (*M. U.* n. 24).
90. (1895) Embriologia e morfologia generali (*Manuali Hoepli, Milano*, pp. I-X, 1-212).
91 e 92. (1895) Delle varie teorie relative all' origine della metameria, e del nesso fra il concetto aggregativo e differenziativo delle forme animali. (*L. N. G.* An. VI. fasc. 1, pp. 4-11). *Id. id.* (*M. U.* n. 28).
93 e 94. » Sulla condizione dei fondi ciechi vaginali della *Didelphys Azarae* prima e dopo il parto (*L. N. G.* vol. VI, fasc. 2, pp. 226-229). *Id. id.* (*M. U.* n. 34).
95. » Il midollo spinale (*E. M.* 1895).
96. » In memoria di CARLO VOGT e di TOMMASO HUXLEY (*L. N. G.* vol. VI, fasc. IV, pp. 362-366).
97. (1896) I limiti della scienza (*P. I.* vol. XVI, fasc. LXIII, pp. 257-266).
98. » I fenomeni biologici delle cellule ameboidi (a proposito di un lavoro di PH. OWSJANNIKOW) (*L. N. G.* vol. VII, n. 2 pp. 142-144).
99 a 101. » Le gobbe e le callosità dei cammelli in rapporto alla questione dell'ereditarietà dei caratteri acquisiti (*R. I. L.* vol. XXIX, fasc. XVI, pp. 851-861). *Id. id.* (*L. N. G.* vol. VII, fasc. III, pp. 189-200). *Id. id.* (*M. U.* n. 51).
102. » I fattori dell'evoluzione biologica. Sunto dell'A. (*M. U.*, n. 53, pp. 1-4).
103. » In memoria di RAFFAELLO ZOIA (*M. U.* n. 54, pp. 1-23).
104. (1896-97) I fattori dell'evoluzione biologica. Discorso letto il 5 novembre 1896 per la solenne inaugurazione degli Studii nell'Università di Genova. (*A. U. G.* 1896-97, pp. 1-64).
105 e 106. (1897) Versuch einer philosophischen Selektionstheorie di HUNBEAUN JOHANNES, Recensione (*F. S. G.* An. IV, n. 11, pp. 145-148). *Id. id.* (*P. I.* vol. XX, pp. 113-116).
107. » MARCELLO MALPIGHI e l'anatomia comparata Dal vol. MARC. MALP. e l'opera sua. Scritti varii raccolti e ordinati da UGO PIZZOLI. (*Francesco Vallardi, Milano* pp. 143-176.
108 (1898) Per la storia dell'anatomia comparata (*M. U.*, n. 60, pp. 1-6).

Digitized by Google

109 e 110. (1898) Alcune previsioni scientifiche di ALFONSO BORELLI (*L. N. G.* vol. IX, pp. 255-256). *Id. id.* (*M. U.* n. 63, pp. 1-3).

111. » Ancora sullo stomaco dei delfini (*L. N. G.* vol. IX, pp. 452-466, 1 tav.).

112. (1899) L'ortogenesi (*R. B. C.* vol. I, fasc. I, pp. 24-31).

113. » Perchè si nasce maschi o femmine di C. A. REVELLI (*Ed. Bocca, Torino* (1899) un vol. pp. 1-256) Recensione (*R. B. C.* vol. I, fasc. V-VI, pp. 466-468).

114 » Di un organo rudimentale e di un altro ipertrofico in un primate (*Ateles*) (*R. B. C.* vol. I, fasc. VIII-IX, pp. 570-585, 1 tav.

115 » Note anatomiche sull'*Ateles paniscus*. Sunto dell'A. (*M. U.* n. 83, pp. 1-8, 1 tav.)

116 » The eyes of the Blind Vertebrates of North America di CARL H. EIGENMANN (*E. M. O.*, vol. VIII, fasc. 4, Leipzig 1899). Recensione (*R. B. C.* vol. I, fasc. X, pp. 780-781).

117. » AMEDEO HERLITZKA. Sul trapiantamento dei testicoli (*E. M. O.* vol. IX, fasc. sett. 1899) Recensione (*R. B. C.* vol. I, fasc. X, p. 799).

118. » Welche Beziehungen bestehen zwischen den Reproduktionsorganen der Cerviden und der Geweihbildung derselben? di A. RÖRIG. Ueber die Wirkung der Kastration von *Cervus* (*Cariaeus*) *mexicanus* auf die Schädelbildung (*E. M. O.* vol. VIII, 342-447) Recensione (*R. B. C.* vol. I, fasc. XI-XII, pp. 935-955.

119. » Quelques idées sur l'organisation des Musées d'histoire naturelle di HECHT et CUÈNOT. (*Collections de Biologie générale*). Recensione (*R. B. C.* vol I, fasc. XI-XII, pp. 557-960).

120 e 121. (1900) Gabinetto di anatomia e fisiologia comparata. Cenni storici (*L. N. G.* vol. XI, n. 2, pp. 203-208). *Id. id.* (*M. U.* n. 95, pp. 1-6).

122. » I limiti della variabilita (a proposito di un libro del Prof. D. ROSA) (*R. B. C.* vol. II. fasc. I-II, pp, 33-42).

123. » Die experimentelle Herstellung der *Cauda bifida* bei Amphibien larven di D. BARFURTH (*E. M. O.* vol. IX, 1899) Recensione (*R. B. C.* vol. II, fasc. III-IV, pp. 224-225).

124. » La Società ligustica di Scienze Naturali e Geografiche nel primo decennio dalla sua fondazione (1889-1899) Relazione del Presidente Prof. GIACOMO CATTANEO (*L. N. G.* vol. X. Appendice pp. 1-38).

125. » Che cosa si deve intendere per eredità dei caratteri acquisiti (*R. B. C.* vol. II, fasc. IV-V, pp. 315-325).

126. » Sul tempo e sul modo di formazione delle appendici piloriche nei salmonidi. Comun. prev. (*M. Z.* An. XI, *supplem.* pp. 1-2).

Digitized by Google

127. (1901) Dr. Prof. DAVIDE MONTARSOLO (Commemorazione) (*L. N. G.* vol. XII. pp. 93-94).
128. » I metodi somatometrici in Zoologia (*R. B. G.* vol. III fasc. IV-V, pp. 283-303).
129. » Le variazioni in rapporto alla mole o a una data dimensione. (*M. U.* n. 105, pp. 1-5).
130. (1903) L'Università di Pavia e i suoi memori figli (*U. I.* An. II, n. 6, pp. 65-66).
131. » Intorno alle cripte glandulari e alla mucosa gastrica dei denticeti (*R. I. L.* Ser. II, vol. XXXVI, fasc. XV-XVI, pp. 943-948, 4 fig.)
132. (1905) LEOPOLDO MAGGI (Commemorazione) (*M. Z.* an. XVI n. 3, pp. 78 84).
133. (1907) Evoluzione graduale ed evoluzione « esplosiva ». Dal vol.: *Ricerche di Psichiatria e Nevrologia, Antropologia e Filosofia* dedicate al Prof. E. MORSELLI nel XXV anno del suo insegnamento universitario (*Casa editrice D. Francesco Vallardi, Milano*, pp. 649-660).
134. (1909) Sull'applicabilità alla zoologia della teoria delle mutazioni periodiche (*M. Z.* An. XX, n. 2-3, pp. 84-88) Rendiconto dell'8ª assemblea dell'Unione Zoologica Italiana in Bormio, 1908.
135. (1910) Di un'antica osservazione e interpretazione delle forme animali imitative o « mimetiche » (A. KIRCHER) (*R. I. L.* Ser. II, vol. XLIII, fasc. XVI, pp. 584-593, 2 fig.).
136 e 137. (1912) Sulla diffluenza e divisione delle cellule ameboidi. Sull'*Anophrys* vivente nel sangue dei carcini. Note critiche (Vedi *A. U. G.* 1912-13, pp. 1-4).
138. (1913) Gli ormoni e l'eredità dei caratteri acquisiti. Nota prelim. (*A. U. G.* an. 1913-14, pp. 1-4).
139. (1921) Nuove ricerche sulle appendici piloriche dei teleostei, e sulla loro formazione (*L. N. G.* An. XXXII, n. 2, pp. 43-58, 1 tav.).
140. » Sunti di anatomia comparata. Parte I (fig. 1-190, fig. 1-91) Parte II (pag. 1-172, fig. 1-118). Edizione dattilografata (1).
141. (1923) Note biologiche intorno ai frammenti del poemetto *Halieuticon* attribuito a OVIDIO (*L. S. L.* Ser. II, vol. II, fasc. I pp. 1-21).
142. (1924) Per la storia dell'anatomia comparata. Note biografiche su MAURO RUSCONI. Un secolo dopo la pubblicazione delle maggiori sue opere (*Tipolitogr. del Commercio, Genova*. pp. 1-88, 1 tav.).
143. (1925) La vita e le opere di MAURO RUSCONI (1776-1849) Sunto dell'A. (*M. Z.* XXXVI, n. 1, pp. 1-5 1 tav.).

(1) L'A. pubblicò ripetute edizioni precedenti quella qui citata

Digitized by Google

MAURO RUSCONI e l'Università di Pavia. Dal vol.: Contributi alla Storia dell'Università di Pavia nell'XI centenario del capitolare di LOTARIO (*Tipogr. Cooperativa, Pavia*, pp. 457-494, 1 tav.).

144. (1926) Sulla diffusione degli animali dai continenti alle isole, secondo A. KIRCKER (1675) (*A. G. Genova*, vol. II, pag. circa 7, 1 tav.). (*Posthuma* in corso di stampa).
Collaborazione all'*Année biologique*, *Paris* per i vol. IV e V (1898 a 1900).

Traduzioni

145. (1884) ROBERTO HARTMANN., Le scimmie antropomorfe e la loro organizzazione in confronto con quella dell'uomo (*Biblioteca scientifica Internazionale*, *Frat. Dumolard editori*, *Milano*, vol. XXXIX, pp. I-XV, 1-320, 63 fig.).

146. (1888) ERBERTO SPENCER., I primi principii (*1 ed. cit. sulla 5 ed. ingl. 1887*, *Frat. Dumolard*, *Milano*, pp. I-XXIV, 1-417) (In collaborazione con Maria Sacchi).

147. (1889) ROBERTO WIEDERSHEIM., Compendio di Anatomia Comparata dei Verterbrati (*Ed. ital. sull'ultima ed. ted. rinnovata e aumentata dall'autore. Francesco Vallardi. Milano*, pp. I-XVI, 1-365, 302 fig. in parte a colori).

148. (1891) C. CLAUS. Manuale di Zoologia (*Trad. itol. sulla 5 ed. ted. Francesco Vallardi*, *Milano*, Parte I e II, pp. I-VIII, 1-953, 869 fig.).

Varie

149. (1884) Passatempi lariani. Versi (*Fratelli Dumolard*, *Milano*, pp. I-VIII, 1-100).

150. (1921) La fonte di un episodio manzoniano (*Cultura moderna*, *Milano*, vol. XXX, pp. 1-3 in 4).

151. (1922) Recensioni di PILO MARIO. Tra i due poli della vita. Recensione di detto vol. postumo (*Minerva*, *Rivista delle riviste*, *Roma*. An. XXXII, n. 8, pp. 249-250).

152. (1924) SCOTTI GIULIO., Chi era l'innominato? Osservazioni critiche (*Minerva*, *Rivista delle riviste*, *Roma*, An. XXXIV, pp. 313-314 in 4).

Inedite: Moltissime poesie in italiano, alcune in latino e in vernacolo milanese. Molte traduzioni in versi da autori latini, etc.

Elenco dei periodici

A. B. — Archives italiennes de Biologie. Turin.
A. G. — Atti del IX Congresso Geografico italiano. Genova, 1924.

Digitized by Google

A. U. G. — Annuario della R. Università di Genova.
B. C. — Biologisches Centralblatt. Erlangen.
B. P. — Année Biologique. Paris.
B. S. — Bollettino scientifico. Pavia. (Milano i primi 4 numeridel 1879).
C. B. P. — Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde. Jena.
E. M. — Enciclopedia medica. Milano,
E. M. O. — Archiv für Entwickelungs-Mechanik der Organismen von W. Roux.
F. S. — Rivista di Filosofia scientifica. Torino-Milano.
F. S. G. — Rivista speciale di opere di Filosofia scientifica. Genova.
G. I. M. — Giornale Internazionale delle scienze Mediche. Napoli.
G. M. — Gazzetta medica.
I. S. — Atti della Società Italiana di Scienze Naturali. Milano.
J. M. — Journal de Micrographie. Paris.
L. N. G. — Atti della Società ligustica di Scienze Naturali e Geografiche. Genova.
L. S. L. — Atti della Società Ligustica di Scienze e lettere. Genova.
M. C. — Annuali del Museo Civico di Genova.
M. J. — Morphologisches Jahrbuch di C. GEGENBAUR.
M. U. — Bollettino dei Musei di Zoologia e di Anatomia comparata della R. Università di Genova.
M. Z. — Monitore Zoologico Italiano. Firenze.
N. F. — La Natura. Rivista di Scienze Fisiche e Naturali. Firenze.
N. M. — La Natura. Fratelli Treves. Milano (in 4).
N. N. — La Natura.
P. I. — Il Pensiero Italiano. Milano.
R. I. L. — Regio Istituto Lombardo di Scienze e Lettere. Rendiconti. Milano.
R. B. C. — Rivista di Scienze Biologiche. Como.
R. B. G. — Rivista di Biologia generale. Como.
R. L. — Rivista Scientifico-Letteraria. Supplemento al Giornale « La Perseveranza ». Milano.
U. G. — Atti della R. Università di Genova.
U. I. — L' Università Italiana. Rivista. Bologna.
Z. A. — Zoologischer Anzeiger.
Z. Z. — Zeitschrift für wissenschaftiche Zoologie.

Digitized by Google

ISTITUTO DI FARMACOLOGIA DELLA R. UNIVERSITÀ DI GENOVA
DIRETTO DAL PROF. A. BENEDICENTI

RASTELLI G. E BOTTINI M. T.

SOPRA UN NUOVO METODO PER LA DETERMINAZIONE DEI PESI MOLECOLARI (III)

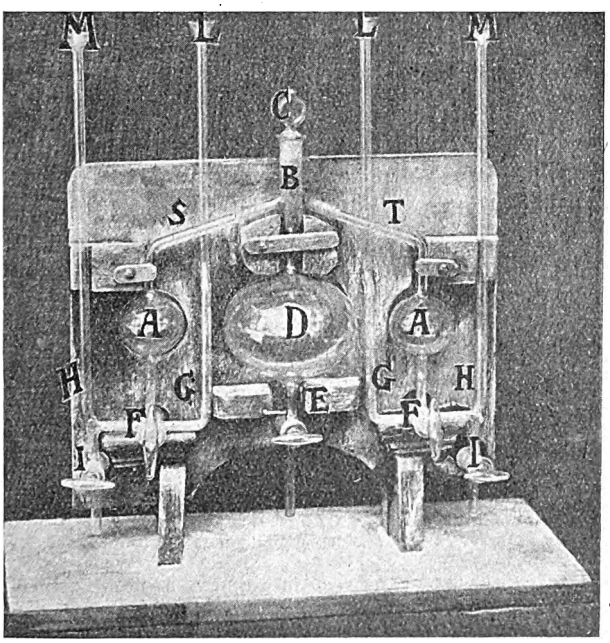
Il presente metodo per la determinazione dei pesi molecolari basato sulla formazione di un vapore saturo entro un determinato spazio a spese di due soluzioni poste entro due tubi calibrati e di diametro uguale come descritto nelle precedenti note sullo stesso argomento, si presenta poco agevole nella parte tecnica, poichè occorrono grandi precauzioni nel preparare l'apparecchio e nell'applicare e determinare i coeficenti di correzione (1) quando le temperature all'atto delle diverse letture non sono eguali. L'apparecchio che abbiamo cercato di perfezionare e che abbiamo usato in queste ultime determinazioni è di uso assai semplice, comodo, e dà, come risulta dalla tabella qui unita, dei risultati discrettamente soddisfacenti.

Dopo numerosi tentativi fatti crediamo essere giunti ad un grado di approssimazione sufficiente usando un apparecchio così modificato. I due tubi di vetro calibrati S e T di $^{m}/_{m}$ 1,8 di diametro interno e graduati in millimetri, sboccano in un tubo B dell'altezza di $^{c}/_{m}$ 2,5 e del diametro $^{c}/_{m}$ 1,5. Questo tubo è chiuso superiormente da un tappo a smeriglio C, e inferiormente, alquanto ristretto ($^{c}/_{m}$ 0,4 di apertura) comunica con una grande bolla D della capacità di $^{c}/_{m^3}$ 100 circa. Questa bolla è chiusa in basso mediante un rubinetto E. Le bolle A che devono contenere le soluzioni delle sostanze da confrontare sono di uguale capacità ($^{c}/_{m^3}$ 18-20) e terminano in basso con il rubinetto F a tre vie, tale che possa mettere in comunicazione le le bolle A separatamente con i tubi M N e L G.

(1) V. nota II Atti Accad. Ligust. di Scienze.

Digitized by Google

Riempimento dell'apparecchio. — Si toglie il tappo C si chiude il rubinetto E, e mediante un imbuto a lunga coda si versano nella bolla D circa 50 $^{c}/_{m^3}$ di ac. solforico concentrato, che servirà ad assorbire i vapori del solvente; poi si richiude con cura il tappo C, e si versa per gli imbutini L tanto mercurio puro da riempire perfettamente il tubo G, fino al rubinetto F. Si chiudono i rubinetti I e si versano poi per gli imbutini M le due soluzioni da mettere a confronto. Aprendo opportunamente i rubinetti F si mandano le soluzioni nelle



rispettive bolle, lasciando che il liquido salga fino a riempire del tutto le bolle stesse, procurando però di mentenere il menisco al disotto dell'inizio delle graduazioni dei tubi calibrati.

Si gira con precauzione il rubinetto F in modo che il mercurio contenuto nel tubo G entri nelle bolle. Si lascia così lentamente affluire fino a che i menischi delle soluzioni siano avanzate nei tubi graduati fino in prossimità del loro sbocco nel tubo B. Si gira di nuovo il rubinetto F di quel poco che basta per chiudere ogni comunicazione.

Digitized by Google

Letture. — Abbiamo tentato in diversi modi l'applicazione del coefficiente di correzione (come è descritto nella seconda nota sullo stesso argomento) ma vedemmo che la migliore approssimazione nelle determinazioni dei pesi molecolari, si raggiungeva quando per la costanza della temperatura l'applicazione del coefficiente in discorso non era necessario. Perciò, noi usiamo ora immergere l'apparecchio in un bagno d'acqua, usando quella del nostro acquedotto, e operando nel seguente modo. L'apparecchio si mette in una vasca di vetro nella quale si lascia scorrere l'acqua, e s'immerge in questa un termometro sensibile diviso in decimi di grado. Dopo mezz'ora circa s'interrompe la corrente dell'acqua, si aspetta ancora un'altra mezz'ora e si leggono la temperatura e le graduazioni alle quali giungono i menischi delle soluzioni nei tubi graduati. È utile in questo caso servirsi di un cannocchiale. Quando i minischi dei liquidi hanno retroceduto di circa un centimetro (il che può richiedere un tempo variabile a seconda della temperatura, del solvente, della concentrazione delle soluzioni) si legge di nuovo la temperatura del bagno e (come quasi sempre si verifica) se questa è superiore a quella della prima lettura, si lascia scorrer nella vasca di vetro tanta acqua fino a che la temperatura non sia scesa al punto corrispondente alla prima lettura. Così sempre con le stesse precauzioni si possono fare parecchie altre letture.

Quando per fare altre letture si dovessero fare avanzare i minischi nei tubi calibrati si può agevolmente raggiungere lo scopo girando con precauzione i rubinetti F in modo che entro le bolle, passi la quantità necessaria di mercurio. Non è consigliabile eseguire la prima lettura appena i minischi si sono fatti avanzare, ma bensì è necessario attendere circa un'ora e ciò per dar luogo alla regolarizzazione delle temperature in tutto l'apparecchio. Usando la tecnica suddescritta abbiamo eseguito parecchie determinazioni tutte soddisfacenti e delle quali alcune riuniamo nella seguente tabella.

Digitized by Google

Solvente etere.

Sostanze	Concent. delle soluzioni	Spostamenti dei menischi in cm.	Sostanza considerata di peso molec. ignoto	Peso molecolare		Osservazioni
				calcolato	trovato	
azobenzolo trifenilmetano	0.25%	0.92 1.12	azobenzolo	182	185	1 ore di evaporazione
id.	0.25%	0.35 0.45	azobenzolo	182	187	2 ore di evaporazione
metilacetanilide trifenilmetano	0.20%	0.30 0.50	metilacetanil.	149	148	2 ore di evaporazione
id.	0.20%	0.25 0.40	metilacetanil.	149	146	1 ora di evaporazione
metilacetanilide azobenzolo	0.20%	0.60 0.75	metilacetanil.	149	145	1 ora di evaporazione
id.	0.20%	1.85 1.96	metilacetanil.	149	163	3 ore di evaporazione

Concentrazione delle soluzioni. — Abbiamo anche eseguito determinazioni di pesi molecolari di alcune sostanze col nostro metodo servendoci di soluzioni a diverse concentrazioni. Da numerose esperienze, ci risulta che i valori più approssimati dei pesi molecolari trovati ai rispettivi valori teorici si ottengono (almeno da soluzione in etere ordinario) con soluzioni di concentrazione del 0,20%.

***

Si comprende facilmente come per l'esecuzione del presente metodo non occorrono solventi rigorosamente puri; noi

Digitized by Google

abbiamo usato etere commerciale e spesso anche ricuperato in lavoratorio; naturalmente occorre che il solvente che si impiega per preparare le due soluzioni da mettere a confronto sia rigorosamente uguale. Poichè si possono impiegare tutti i solventi purchè sufficientemente volatili si comprende come con questo metodo si possano anche determinare i pesi molecolari di quelle sostanze che difficilmente si sciolgono nei solventi adatti per la criscopia.

Il presente metodo si presta pure per determinare il valore assoluto della tensione di vapore di una qualunque soluzione a una determinata temperatura, quando nella formola: (1)

$$A = B\frac{a}{b}$$

si sostituisca alla lettera B il valore assoluto della tensione di vapore della soluzione campione a quella temperatura determinata.

(1) V. nota I Gazz. chim. Ital. 55, II, 552 (1925).

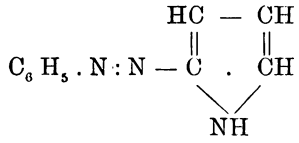
Digitized by Google

ISTITUTO DI FARMACOLOGIA DELLA R. UNIVERSITÀ DI GENOVA
DIRETTO DAL PROF. A. BENEDICENTI

RASTELLI G. E BOTTINI M. T.

SCOMPOSIZIONE PIROGENICA DEL BENZOLAZOPIRROLO

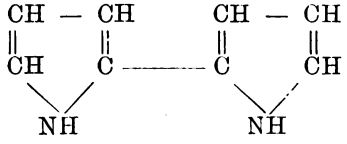
Il benzolazopirrolo



ottenuto la prima volta da Fischer e Hepp (1) subisce per azione del calore una scomposizione particolare che abbiamo creduto bene studiare per il grande interesse che la Chimica del Pirroli presenta, anche nel campo della biologia.

Scaldando in un palloncino il benzolazopirrolo alquanto al di sopra del suo punto di fusione, si osserva in un primo tempo un grande sviluppo di azoto.

Continuando il riscaldamento e innalzando la temperatura, si osserva — fra i 168° e i 170° — la distillazione di un liquido color giallo paglierino che ulteriormente purificato per distillazione frazionata, si presenta incoloro e bollente sempre a 168° - 170°. Questa sostanza dotata di un odore debole, fornisce all'analisi, come sarà descritto nella parte sperimentale, dei numeri concordanti con quelli richiesti da un composto della formula:

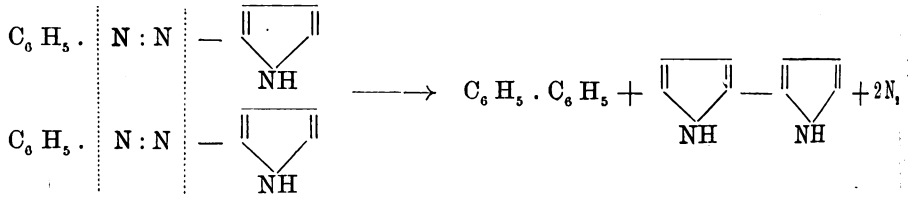


ossia dell'α - α - dipirrile.

(1) B. 19-2252

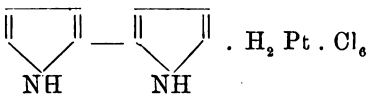
Digitized by Google

La scomposizione in oggetto, crediamo dunque possa essere espressa dallo schema seguente:

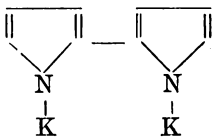


Dal residuo che resta nel palloncino dopo la scomposizione, potemmo estrarre una sostanza cristallina di colore bianco leggermente giallastro, fondente a 60°-65°; in quantità così piccola da non permetterci la purificazione e la determinazione di un punto di fusione attendibile. Ricordando però che il difenile fonde a 70° e tenendo presente la formazione del dipirrile con sviluppo di azoto, crediamo poter ritenere del pari possibile la scomposizione sopra descritta.

Il comportamento chimico del dipirrile da noi ottenuto è alquanto curioso, poichè esso fornisce facilmente un cloroplatinato dalla formula:



che si presenta in scagliette color giallo paglierino, un cloridrato fondente a 85°-87°, del quale per l'esigua quantità non potemmo eseguirne l'analisi, e fornisce altresì un sale potassico dalla formula:

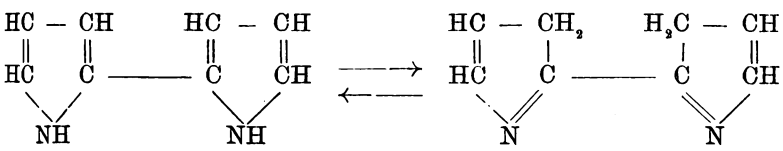


La formula del cloroplatinato, farebbe dunque pensare alla presenza nel nostro dipirrile di una doppia funzione basica, mentre la formulla su scritta del sale di potassico farebbe pensare a una costituzione nettamente pirrolica del composto in discorso.

Saremmo perciò indotti a pensare che questo dipirrile possa esistere in due forme tra loro in equilibrio, e crede-

Digitized by Google

remmo rappresentarle con lo schema:



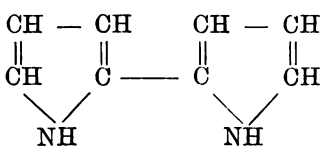
Tale rappresentazione che secondo noi potrebbe esser la più probabile si presta a spiegare la formazione sia del sale potassico sia del cloridrato e del cloroplatinato.

Circa la possibilità di questo equilibrio vengono in appoggio le proprietà chimiche delle indolenine e delle aldeidi degli indoli di Plancher, dei nitrosopirroli di Angeli, e la costituzione delle aldeidi del pirrolo. Per queste sostanze così interessanti è stata dimostrata dagli stessi A.A. la presenza della forma pirrolenica che anche uno di noi ebbe occasione di dimostrare per via spettrografica nel caso, tanto discusso, dell'α-pirrolaldeide. Per il realizzarsi di questa costituzione pirrolenica è necessario considerare uno spostamento dell'atomo di idrogeno legato all'azoto pirrolico. Un'analoga trasposizione avverrebbe anche nel caso del nostro dipirrile.

Parte sperimentale.

Scomposizione del benzolazopirrolo. — In un palloncino da distillazione frazionata della capacità di 50 cc. si mettono circa gr. 3 di benzolazopirrolo e poi tanto amianto calcinato da riempire quasi completamente il palloncino stesso. Si scalda a bagno di sabbia, procurando di elevare la temperatura gradatamente. Si osserva in un primo tempo un notevole sviluppo di gas che si può anche raccogliere e riconoscere per azoto. A 168°-170°, si nota il passaggio di un liquido color giallo pallido, che purificato per distillazione frazionata si presenta incoloro di odore lieve caratteristico non sgradevole che ricorda un poco quello etereo del pirrolo purissimo sintetico. All'analisi si ebbero dei numeri concordanti con quelli richiesti dall'α-α-dipirrile.

gr. 0,1678 di sostanza, diedero grammi 0,4468 di CO_2 e gr. 0,0975 di H_2O.



C = 72,72 %
H = 6,06 %

trovati $\left\{\begin{array}{l} C = 72{,}61\,\% \\ H = 6{,}50\,\% \end{array}\right.$

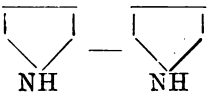
È solubile in acido cloridrico diluito e nei comuni solventi organici. Con bicromato di potassio e acido solforico dà subito un abbondante precipitato simile al nero di pirrolo.

Dal residuo che rimane nel palloncino dopo la composizione, l'etere estrae una sostanza incolora che per la piccola quantità non ci fu possibile identificare.

Cloroplatinato. — Si scioglie un poco di sostanza in acido cloridrico diluito e si aggiunge l'acido cloroplatinico; precipita tosto il cloroplatinato cristallino che si purifica dall'acqua.

Scagliette di colore giallo paglierino pallido.

gr. 0,0170 di cloroplatinato diedero gr. 0,0061 di platino

platino calcolato per  $. H_2 Pt. Cl_6 = 35{,}96\,\%$

platino trovato $= 35{,}88\,\%$

Cloridrato. — Si discioglie un poco di sostanza in etere ordinario in precedenza seccato su sodio, e si satura con acido cloridrico gassoso secco; si separa subito il cloridrato in aghetti microscopici incolori, fusibili a 85°-87°. L'esigua quantità del prodotto non ci permise l'analisi.

Sale potassico. — Si discioglie un poco di sostanza in etere seccato su sodio e si aggiunge un pezzettino di potassio metallico. Si nota subito lo svolgimento di idrogeno e la separazione di fiocchetti bianchi che filtrati, lavati con etere secco e seccati, vennero sottoposti all'analisi.

gr. 0,0218 di sostanza diedero gr. 0,0183 di solfato potassico.

K. calcolato per $C_8 H_6 N_2 K_2 = 37{,}50\,\%$

K. trovato $= 37{,}66\,\%$.

Digitized by Google

ARCIERO BERNINI

FENOMENI ACUSTICI CHE SI ASCOLTANO QUANDO UN AEREO È IN VOLO

Fino dal momento in cui l'aereo incominciò ad essere usato di notte come mezzo di attacco in guerra, si sentì la necessità di esaminare se, dai rumori che esso emette in volo, fosse possibile ricavare qualche utile deduzione per la difesa.

La ascoltazione ad orecchio nudo però non diede al riguardo alcun risultato: e fu necessario allo scopo munire l'orecchio di strumenti ausiliari, mediante i quali già prima della fine della nostra guerra era possibile ottenere dati abbastanza approssimati per la direzione ed il sito (1) e con appositi artifici anche riconoscere gli aerei amici dai nemici. (2).

Tuttavia sotto il punto di vista scientifico ed anche didattico non sono privi di interesse i fenomeni, che si possono ascoltare ad orecchio nudo, insieme a quel rumore complesso ben noto, che giunge a noi nelle condizioni ordinarie. Epperciò ritengo opportuno, oltre che su questo rumore, che chiamerò il *rombo*, trattenermi anche sugli altri principali fenomeni, come il *rinforzo aperiodico* del Rombo, il *rinforzo periodico*, e il cosidetto *fenomeno Murray*: tanto più che per taluno di questi fenomeni si sono date delle interpretazioni differenti e molto artificiose, che però dovranno ritenersi errate in seguito al risultato di esperimenti assai semplici, che io ho avuto occasione di fare e dei quali dirò brevemente.

---

(1) Istruzione sul Servizio di Ascoltazione, Parte II e III. Laboratorio Litografico del Ministero della Guerra, 1918 Roma; BERNINI A. «Sulla parallasse del suono nel punto acustico». Rivista d'artiglieria e Genio, 1920.

(2) BERNINI A. «Sul riconoscimento acustico degli aerei». Rivista d'Art. e Genio, 1922.

Digitized by Google

Rombo.

Il rombo risulta come conseguenza di cause diverse: Ogni scoppio del motore provoca una perturbazione od onda, all'incirca come avviene per la espansione dei gas sviluppati con lo sparo di un'arma da fuoco.

Non pare ancora ben precisato l'andamento della vibrazione che subisce di conseguenza la membrana del timpano, perchè non è ben definita la forma dell'onda stessa. Certo che essa presenterà un fronte ripidissimo, per raggiungere il massimo di compressione: poi la compressione diminuirà più lentamente, ed a questa farà seguito con ogni probabilità una rarefazione di durata relativamente lunga.

Vi ha chi è di opinione che, dopo la rarefazione, debba seguire il fronte di una seconda condensazione, con un massimo però di pochissima entità, con che verrebbe chiusa la fase apprezzabile del fenomeno: e che sia in conseguenza dei diversi intervalli, con cui, a seconda dei casi, si succedono questi due fronti, che il nostro orecchio può distinguere i rumori cosidetti gravi dagli acuti, come ad es. lo sparo di un grosso calibro da quello di un piccolo: ed ancora lo sparo di uno stesso calibro con carica normale e con carica molto ridotta.

Ora, a parte la interpretazione di questa caratteristica del rumore, nel caso dello scoppio di un motore di aereo l'onda di detonazione dipenderà dalle caratteristiche del motore e dal suo regime, e la nostra impressione deve variare in dipendenza di quelle. Se non che in pratica non pare sia facilmente rilevabile una differenza in questo senso. E ciò può spiegarsi ammettendo che gli attuali motori di aereo non presentino a tale riguardo differenzazioni abbastanza rilevanti.

Il succedersi poi di questi scoppi con un certo ritmo origina un treno di onde, ben inteso non sinusoidali, che produce nel nostro orecchio ciò che diciamo un *suono*. Un motore ad otto cilindri, che faccia 1500 giri al minuto primo, produce la sensazione di una nota come il Sol grave, per quanto non troppo gradita. Nel volo però la altezza di questo suono varia per diverse circostanze: L'aviatore può rallentare od accelerare la marcia del motore; il motore modifica automaticamente il suo passo, a seconda che l'aereo sale o scende. Infine il movimento stesso dell'aereo che si avvicina e si allontana dall'ascoltatore

Digitized by Google

produce, secondo il noto principio di Doppler, delle varianti che raggiungono anche qualche tono.

Oltre a ciò, si ha poi lo scroscio dell'elica conseguente al morso nell'aria. Questo può essere considerato come composto di una infinità di suoni, di debole intensità e di altezza graduale dalla massima alla minima percettibile col nostro orecchio: in analogia con quanto accade all'imboccatura a flauto di un istrumento musicale, in cui viene poi rinforzato soltanto quel suono, che corrisponde alla lunghezza d'onda con cui può vibrare l'aria contenuta nella canna.

Finalmente altri suoni o rumori provengono dalle vibrazioni, a cui sono sottoposte per effetto degli scoppi e del vento, le singole parti dell'aereo. Ma è presumibile che per la loro debolissima intensità, non influiscano in maniera sensibile, nè sulla intensità nè sul timbro del rombo.

Si può notare che il timbro del rombo si modifica sensibilmente col variare della distanza dell'aereo. Mentre per piccole distanze e forte sito lo scroscio dell'elica è facilmente risolvibile col nostro orecchio, al crescere della distanza e col diminuire del sito, esso non è più distinguibile. A grandi distanze si perde anche la sensazione del suono, ed il *rombo* finisce in un rumore, che è comune anche ad altre cause.

Da tutto ciò si comprende che ad orecchio nudo non è affatto possibile riconoscere dal rombo il tipo di un aereo, come qualcuno pretendeva, e tanto meno la nazionalità, come occorrerebbe in guerra. L'unico giudizio che si può azzardare, purchè per distanze brevi, è quello di decidere se l'aereo ha motore fisso o pure rotativo. Col motore rotativo l'esperienza ha mostrato che il suono prodotto dal succedersi degli scoppi è molto più musicale che non col motore fisso: e, specie se si tratta di audizione contemporanea dei due tipi, la distinzione è facilissima.

Rinforzo aperiodico del rombo.

Questo fenomeno consiste in ciò: Che per intervalli di tempo, che raggiungono anche parecchi secondi, la intensità del *rombo* appare aumentata, e non di rado in modo rilevante: e ciò pure nel caso in cui l'aereo stia allontanandosi dal posto di ascoltazione.

Digitized by Google

L'unica interpretazione che, a quanto mi consta, è stata data del fenomeno è quella del colonnello Devè, che si trova in un articolo comparso nel 1922 (1), e che credo perciò opportuno riportare. Secondo il Devè, « la sensazione dell'orecchio, « al passaggio di un'onda isolata, ha una persisteuza apprezza- « bile, il che indica come la membrana del nostro orecchio ri- « manga in risuonanza per un certo tempo. Se nuove onde ar- « rivano in fase con la prima, il suono appare rinforzato e « prolungato, e ciò si produrrà quando la distanza fra due fronti « delle onde succesive è un multiplo esatto della lunghezza di « un'onda di detonazione.

« Ora, se si può considerare costante la lunghezza di un'onda « di detonazione, la distanza fra due fronti successivi è varia- « bile, dipendendo dalla velocità di avvicinamento e di allon- « tanamento dal posto di ascoltazione. Si capisce dunque come, « per certi valori di questa velocità il suono possa sembrare « rinforzato. D' altra parte l' intervallo fra due fronti successivi « determina un suono di altezza definita. Se fra gli intervalli « delle fronti prese due a due si trovano dei multipli e dei « sottomultipli della lunghezza d'onda considerata, il suono deve « apparire rinforzato ».

A questa interpretazione del Devè, tenendo conto anche del fatto che in altro punto della sua nota egli afferma come in regime normale si debba ritenere, che *ogni onda di detonazione si adagi sopra due o tre delle successive*, mi pare che possa muoversi qualche forte obiezione: Ammesso che la membrana del timpano, dopo il passaggio di una prima onda di detonazione, abbia a rimanere per un certo tempo apprezzabile in vibrazione, essa continuerà a vibrare con periodo proprio, e non più con quello della onda di detonazione, posto che sia lecito definire il periodo di una tale onda. Ma il periodo proprio di vibrazione della membrana del timpano è senza dubbio diverso da persona a persona. Di conseguenza, se una seconda onda di scoppio giunge ad uno degli ascoltatori in fase colle vibrazioni della sua membrana, non è detto che altrettanto debba accadere per gli altri ascoltatori situati tutti nel medesimo luogo.

Orbene, esperienze da me istituite appositamente non hanno confermato questa previsione, poichè tutti coloro che si trova-

(1) C. R. Le bruit des avions. Devè 1922. Idem. Revue General des sciences, pag. 304.

Digitized by Google

rono vicini in uno stesso luogo provarono sempre insieme la variazione nella intensità del rombo. Ma anche indipendentemente da ciò, il ragionamento del Devè è tutt'altro che chiaro: Stabilito, come egli ha fatto, che un'onda di detonazione si adagi su due o tre delle successive, non si comprende il significato della sua considerazione che « *la distanza fra due fronti delle onde successive possa essere un multiplo esatto della lunghezza di un'onda di detonazione* ».

D'altra parte appare poi molto oscuro come, se le onde si succedono con intervallo di tempo minore che non il periodo della onda di detonazione, la membrana del timpano possa in quell'intervallo vibrare per risuonanza, con un periodo che dovrebbe essere maggiore dell'intervallo stesso.

Comunque io sono di avviso che il fenomeno sia spiegabile più logicamente in maniera diversa. Si potrebbe ad es. pensare che esso si verifichi *quando i massimi di condensazione delle onde di scoppio dirette giungono al nostro orecchio insieme con i massimi di condensazione delle onde riflesse dal suolo o da qualche ostacolo conveniente.* Col muoversi poi della sorgente, le zone di incontro di questi massimi si spostano più o meno lentamente, e ciò spiegherebbe la temporaneità e l'andamento del fenomeno.

Questa ipotesi sarebbe avvalorata dal fatto, che qualche volta si è verificato nelle mie ricerche; e cioè, che la variazione dell'intensità non risulta collo stesso andamento per due persone situate nello stesso luogo, se l'una abbassa rapidamente la testa verso il suolo e l'altra invece contemporaneamente la innalza. Infine non credo che si possa escludere che sul fenomeno non abbia influenza la incostanza delle condizioni fisiche degli strati d'aria attraversati dal suono.

Rinforzo periodico del rombo.

È così detto quel fenomeno consistente in rinforzi e diminuzioni del rombo, succedentisi anche con grande rapidità. Il fenomeno si ascolta, ed assai raramente, solo con aerei a due motori. Per questo, tutti sembrano d'accordo nell'ammettere che esso sia conseguenza di uno scarto nel sincronismo dei due motori, producente dei battimenti, così come accade nella esperienza classica dei due diapason con piccolissima differenza nel numero delle loro vibrazioni per secondo.

Digitized by Google

Fenomeno Murray.

È così detto perchè constatato per la prima volta da E. Murray (1), durante la guerra. e consiste in questo:

Se, allorquando un aereo ci passa sopra, noi abbassiamo rapimente il capo fino presso terra, proviamo una netta sensazione di innalzamento nella altezza del suono che si ascolta: e vice versa quando allontaniamo il capo dal suolo. La variazione raggiunge fino a tre o quattro ottave, ed è evidentissima, specie se l'aereo ha forte sito e se il terreno è ben pianeggiante e levigato.

Sulla interpretazione del fenomeno sono stati emessi parecchi discordanti pareri.

Il prof. Hartridge (2) ed il prof. Rowell (3) pensarono che si potesse spiegare col considerare la infinità dei suoni di tutte le altezze, conseguenti al morso dell'elica e la formazione di onde stazionarie a varia altezza dal suolo, per la interferenza in seguito alla riflessione di questi suoni sul terreno.

Sarebbe la stessa interpretazione data dallo Stewart per il fenomeno consimile, che si verifica nelle vicinanze delle cascate, quando si sposta opportunamente il capo verso un muro vicino, o quando lo si abbassa stando sotto ad un pioppo, le cui foglie stormiscono.

Questa interpretazione non è condivisa nè dal Murray, nè dagli altri, che si sono occupati del fenomeno e cioè F. A. Schulze (4) ed il Col. Devè (5). Tutti questi escludono che vi abbia parte il rumore dell'elica, che giudicano fra l'altro troppo debole, e sono anche d'accordo nel ritenerlo provocato dagli scoppi del motore e dal loro succedersi. Tuttavia non sono d'accordo nella interpretazione.

Lo Schulze, come conclusione al suo lavoro, che appare laborioso sia dal lato teorico che sperimentale (egli fece uso di suoni provenienti da sirene), esprime il parere che il suono fondamentale prodotto dal succedersi degli scoppi sia accompagnato da una lunga serie di armonici; e che il fenomeno che

(1) Murray, Nature, Giugno 1921.
(2) e (3) Nature 1921 pag. 586.
(4) Ann. d. Physik, Schulze. 1916 N. 68.
(5) C. R. loc. cit.

Digitized by Google

si ascolta sia dovuto alla formazione di onde stazionarie conseguenti alla riflessione sul suolo di questi armonici, e non già alla riflessione dei suoni costituenti lo scroscio dell'elica.

Murray e Devè escludono nel suono causato dalla successione degli scoppi questa serie di armonici: ed ammettono che il fenomeno sia conseguenza della sovrapposizione nel nostro orecchio delle onde di scoppio direttamente raccolte con quelle riflesse, le quali ultime seguirebbero le prime con intervalli evidentemente sempre più corti, quanto più l'orecchio si accosta al suolo.

A sostegno di questa ipotesi il Devè, dopo avere criticato la ipotesi dello Schulze giudicandola valevole solo per onde sinusoidali ma non per onde di scoppio, espone una nuova ipotesi circa la forma di queste onde, e formula una specie di teoria, che trova poi confermata con esperienze eseguite, non già con suoni provenienti da sirene, ma con successione di rumori secchi, che giudicò similabili a quelli di un motore, seguiti ad intervallo variabile da altri, rappresentanti come le onde riflesse dal suolo.

Le cose erano a questo punto, quando io ho avuto occasione di occuparmi dell'argomento.

Usando mezzi come quelli del Devè, io non ho visti confermati tutti i suoi risultati, e nemmeno ho avuto conferma di qualche fatto, che la sua teoria lascerebbe prevedere.

D'altra parte con rumori secchi non ho avuto la conferma di altri fatti, che si dovrebbero verificare secondo la teoria dello Schulze.

E questo mi portava a scartare entrambe le ipotesi.

Io avrei ritenuto interessante riferire sui risultati delle mie esperienze eseguite come per controllo di quelle dei due suddetti sperimentatori, se non avessi avuto occasione di fare anche una specie di exsperimentum crucis, ricavandone un risultato che basta da solo a togliere ogni valore alle loro interpretazioni. Credo perciò opportuno riferire esclusivamente su questo risultato.

Se il fenomeno ha effettivamente la sua causa prima nel suono prodotto dal succedersi degli scoppi del motore, come è ammesso dal Murray e come è ammesso nelle due ipotesi dello Schulze e del Devè, esso non dovrebbe verificarsi durante i periodi di tempo, in cui il pilota può tenere spento il motore.

Digitized by Google

Tale condizione però non è sempre lecità. Negli aerei a motore fisso questo non viene mai spento, ma tutto al più rallentato. Lo spegnimento pare lecito solo coi motori rotativi, poichè con questi, ancora che l'elica si dovesse fermare, può bastare una forte *picchiata*, perchè si rimetta automaticamente in rotazione e quindi si possa riattaccare il motore.

Recentemente io ho potuto approfittare di un aereo con motore rotativo. Orbene tutti i presenti hanno potuto constatare con me che il fenomeno si ascolta, e si può dire senza variante sensibile, sia col motore in funzione, sia con motore spento.

Questo risultato va ritenuto certamente più probativo di tutti quelli ottenuti dai precedenti sperimentatori con esperienze di laboratorio, e chiude una discussione che durava da anni. E poichè dunque il motore non c'entra affatto, il fenomeno non può avere altra causa prima che i rumori o suoni costituenti lo scroscio dell'elica, e per la sua spiegazione basta la considerazione delle onde stazionarie conseguenti alla riflessione di questi infiniti suoni sul terreno.

***

Da quanto sopra deve risultare che per la interpretazione dei cennati fenomeni, che si ascoltano ad orecchio nudo quando un aereo è in volo, bastano le comuni cognizioni sulla interferenza, sulla risonanza e sul principio di Doppler: e perciò questi fenomeni possono venir considerati come argomento adatto anche per una lezione di Scuola media.

Digitized by Google

DOTT. BIANCA NANNEI

METODO PER LA MISURA DELL' EFFETTO THOMSON A DIFFERENTI TEMPERATURE

Le leggi delle variazioni in funzione della temperatura dei coefficienti termici e termoelettrici sono così strettamente legate coll' ipotesi elettronica che ne costituirebbero certamente un validissimo argomento pro o contro ove noi possedessimo in proposito risultati sperimentali veramente attendibili. In particolare la legge della variazione colla temperatura dell' effetto Thomson potrebbe fornire in molti casi un argomento veramente decisivo, perchè, dato che in questo fenomeno termoelettrico non interviene alcuna discontinuità, la sua interpretazione elettronica non solleva nessuna delle difficoltà che quasi sempre ne accompagnano la considerazione.

Ma disgraziatamente su questo fenomeno i risultati sperimentali veramente attendibili sono ben pochi e senza dubbio insufficienti per caratterizzarne le variazioni colla temperatura. In fondo qui si verifica, in condizioni assai più complesse, la identica difficoltà che si era riscontrata nella verifica sperimentale della legge di Wiedemann e Franz, difficoltà che, come è noto, non è stata risolta finchè non si sono eseguite le determinazioni dei due coefficienti, di conduttività termica ed elettrica, sperimentando sullo stesso pezzo di metallo, mantenuto nelle stesse condizioni. Infatti, mentre tutto ci induce a credere che anche il coefficiente dell' effetto Thomson debba essere, come tutti gli altri coefficienti termici, eminentemente variabile collo stato di purezza chimica e di aggregazione meccanico-fisica dei metalli, dobbiamo ancora ricordare che quello che d' ordinario appare come conseguenza dell' effetto Thomson e si può misurare direttamente, non è mai l' effetto

Digitized by Google

isolato ma qualche sua combinazione con altri coefficienti e specialmente coi coefficienti di conduttività; tanto che molti sperimentatori si sono limitati a dedurre i valori del rapporto del suo coefficiente a quello della conduttività interna k. Ma ormai sappiamo che è assurdo parlare del coefficiente k di una certa sostanza, ma che dobbiamo limitarci a parlare del coefficiente di un certo pezzo di quella sostanza in certe date condizioni.

Perciò, secondo me, non potranno essere attendibili misure comparative dell'effetto Thomson a differenti temperature, se esse non saranno state eseguite tutte sullo stesso materiale e nelle stesse condizioni, e con eliminazione (ciò che all'atto pratico equivale a determinazione) dei coefficienti di conduttività termica ed elettrica rispettivamente corrispondenti a ciascuna di quelle temperature.

Nessuno dei metodi fin qui proposti risponde a questi requisiti e quasi tutti hanno sollevato critiche circa le loro basi teoriche. Per evitarle è strettamente necessario, a costo di sacrificare molto all'eleganza, non introdurre nello svolgimento della base teorica nessuna ipotesi semplificatrice che non si possa realizzare sperimentalmente con sufficiente esattezza a tutte le temperature nelle quali si possa sperimentare.

Il presente lavoro consta appunto dell'esposizione teorica di un metodo che dovrebbe potersi adattare senza eccessive difficoltà a qualsiasi temperatura; e di una prima serie di esperienze, su un conduttore di acciaio, in condizioni semplici, che hanno prevalentemente lo scopo di mostrare la pratica attuabilità del metodo stesso.

La serie di misure sistematiche su differenti metalli a differenti temperature saranno oggetto di lavori successivi.

I. — Criteri direttivi e tratti fondamentali del metodo.

La determinazione quantitativa dell'effetto Thomson è senza dubbio una delle più difficili misure della fisica, non tanto per l'esiguità del fenomeno, quanto per il fatto che essa viene mascherata dall'effetto Joule, tanto più intenso, che inevitabilmente lo accompagna.

È per questa ragione che, dopo la prima classica esperienza di W. Thomson che oggi si può ritenere abbia posto qualitativamente in evidenza i fenomeni, si ricorse per quella

Digitized by Google

determinazione quasi esclusivamente a metodi differenziali, intesi nel loro più ampio significato. Infatti i vari metodi di misura furono essenzialmente basati sulla determinazione sperimentale e sulla relativa interpretazione o delle differenze di temperatura in punti omologhi di due conduttori identici, posti nelle stesse condizioni, ma percorsi in senso contrario da una stessa corrente elettrica; oppure delle differenze di temperatura in uno o più punti opportunamente scelti, di un unico conduttore quando, conservate tutte le altre condizioni invariate si fosse in esso invertita la direzione della corrente. Ma è assai sorprendente che, concepita l'esperienza in questo senso eminentemente differenziale non tutti gli sperimentatori abbiano poi effettivamente misurata differenzialmente le differenze di temperatura in questione. Tale inconveniente sarà qui evitato in modo assoluto. Nessun risultato dovrà dipendere nè direttamente nè indirettamente da piccole differenze di grandi valori determinati sperimentalmente.

Ma anche sull'eliminazione di un altro grave inconveniente che hanno in comune quasi tutti gli altri metodi, si è fissata specialmente l'attenzione. Siccome il manifestarsi dell'effetto Thomson, è notoriamente favorito da un rilevante gradiente di temperatura del conduttore percorso dalla corrente elettrica, si sono in generale applicate notevoli differenze di temperatura alle estremità dei conduttori usati, mentre poi, nello sviluppo delle teorie, si sono sempre supposti i coefficienti termici costanti, ciò che si può effettivamente fare solo quando le differenze totali di temperatura sono piccole. Questa incongruenza si può eliminare solamente considerando i detti coefficienti non più come costanti, ma come funzioni della temperatura nello svolgimento della teoria, oppure badando a non fare effettivamente avvenire se non differenze di temperatura sufficientemente limitate. Siccome l'attuazione della prima maniera condurrebbe a complicazioni matematiche non pratiche, ci atterremo alla seconda.

Passiamo ora e considerare brevemente i tratti fondamentali del metodo.

Due conduttori lineari, I e II identici le cui estremità sono mantenute alle temperature u_1 e u_2 costanti si trovano in un ambiente a temperatura u_0 pure costante (fig. 1). Quando questi conduttori vengono percorsi in senso inverso (rispetto alle loro temperature estreme) dalla corrente elettrica di intensità i,

Digitized by Google

tenderanno ad assumere uno stato termico dipendente, oltre che dalle temperature u_1 u_2 u_0 dalle loro conduttività termica ed elettrica, e dagli effetti Joule e Thomson. Dopo un tempo sufficientemente lungo si raggiungerà, come è noto, nei vari punti dei due conduttori, una distribuzione della temperatura che non varierà più col tempo e che perciò si dirà stazionaria.

Ora, l'effetto dell'applicazione delle temperature u_1 e u_2 alle estremità dei due conduttori e quello dell'irraggiamento delle loro superficie cilindriche immerse nell'ambiente a temtemperatura u_0 sono del tutto indipendenti dalla corrente elettrica. L'effetto Joule invece ne dipende, ma solamente in quanto è proporzionale al suo quadrato. Ne consegue che tutti questi effetti sono indipendenti dalla direzione della corrente, mentre soltanto l'effetto Thomson è positivo o negativo, proprio in dipendenza diretta di essa. È perciò che tra punti omologhi dei due conduttori percorsi dalla corrente in senso contrario, deve in generale verificarsi una differenza di temperatura che costituisce la miglior dimostrazione dell'esistenza dell'effetto Thomson, e il principale indice per la sua discriminazione dagli altri fenomeni, che in qualche modo, possono influire sulla temperatura stazionaria dei due conduttori.

Evidenti ragioni di simmetria portano a concludere che i divari di temperatura tra punti omologhi devono conservare il loro valore assoluto e mutare solamente di segno quando s'inverta il senso della corrente in entrambi i conduttori. La verifica di ciò potrà così costituire un ottimo controllo sperimentale dell'ammessa loro identità.

Ma l'espressione della differenza delle temperature nei punti omologhi dei due conduttori non contiene, come vedremo, il coefficiente dell'effetto Thomson isolato, ma bensì il suo rapporto al coefficiente della conduttività termica interna del conduttore. Contiene inoltre i coefficienti della conduttività elettrica e della conduttività termica esterna.

Ora, per le ragioni dette in principio, è desiderabile poter determinare codesti vari coefficienti, sperimentando sullo stesso conduttore e nelle stesse condizioni in cui si è eseguita la misura fondamentale che più direttamente interessa l'effetto Thomson. Ma perciò è necessario conoscere, tra questi coefficienti, ancora qualche altra relazione teorica indipendente da quella sopraddetta della differenza delle temperature nei punti omologhi. Le espressioni delle temperature stazionarie in vari

Digitized by Google

punti di ciascun conduttore, quando essi siano o non siano percorsi dalla corrente elettrica, e quelle delle temperature variabili all'inversione della corrente, in qualche punto opportunamente scelto di essi, unitamente all'espressione della differenza del potenziale elettrico agli estremi (oppure a qualche altra espressione termica, che la equivalga) sono appunto, come vedremo, basi teoriche eminentemente atte per calcolare i valori di quei coefficienti, da opportune osservazioni sperimentali.

È quindi evidente che questo metodo debba essere essenzialmente fondato su opportune espressioni della temperatura stazionaria e variabile dei due conduttori sopraddetti. Alla deduzione di queste espressioni, nella forma per noi più conveniente è dedicato il seguente paragrafo.

II. — Espressioni della temperatura di un conduttore lineare percorso da una corrente elettrica.

a) Posizione generale del problema.

Siano l, p e q rispettivamente la lunghezza, il perimetro e la sezione dei due conduttori lineari considerati. Indichiamo con x la coordinata corrente facendo coincidere l'origine con una delle estremità del conduttore, in modo che l'altra si trovi al punto $x = l$. Ancora indichiamo con t il tempo, con k ed h i coefficienti di conduttività termica specifica interna ed esterna e con ω quello di resistività elettrica. Poniamo ora l'equazione differenziale dello sviluppo, per effetto della corrente elettrica di intensità i e della propagazione, del calore di un elemento qualsiasi di ciascuno dei conduttori e poscia le rispettive condizioni ai limiti.

Nell'elemento di lunghezza dx compreso fra le sezioni di coordinata $x - \frac{dx}{2}$ e $x + \frac{dx}{2}$, quando si suppongano costanti i coefficienti di conduttività e di resistività sopraddetti, e si indichino con u la temperatura corrente e con u_0 quella dell'ambiente, si avranno i seguenti incrementi della quantità di calore per ogni elemento di tempo dt:

a) Per effetto della corrente di intensità i

$$\frac{i^2 \omega\, dx}{J q}\, dt$$

J = equivalente elettrico della caloria.

Digitized by Google

b) per effetto della conduttività esterna

$$-(u-u_0)\,h\,p\,dx\,dt$$

c) per effetto della conduttività interna attraverso la sezione di coordinata $x-\frac{dx}{2}$

$$-k\,\frac{\partial\left(u-\frac{\partial u}{\partial x}\,\frac{dx}{2}\right)}{\partial x}\,q\,dt.$$

attraverso la sezione di coordinata $x+\frac{dx}{2}$:

$$+k\,\frac{\partial\left(u+\frac{\partial u}{\partial x}\,\frac{dx}{2}\right)}{\partial x}\,q\,dt$$

e quindi complessivamente

$$+k\,\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}\,q\,dx\,dt.$$

La somma di questi tre incrementi di calore deve equivalere alla capacità termica dell'elemento, moltiplicata per l rispettivo incremento di temperatura che, indicando con c il calore specifico e con ϱ il peso specifico potremo esprimere con

$$c\,\varrho\,q\,dx\,\frac{\partial u}{\partial t}\,dt.$$

Si avrebbe così con ovvie riduzioni la nota equazione differenziale alle derivate parziali:

$$c\,\varrho\,\frac{\partial u}{\partial t}=k\,\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}-\frac{h\,p}{q}\,(u-u_0)+\frac{i^2\,\omega}{J\,q^2}.$$

Ma nel nostro caso dobbiamo tener conto anche dello sviluppo di calore che d'ordinario si trascura, dovuto appunto all'effetto Thomson. Indichiamo perciò con σ il coefficiente relativo ad esso, cioè il calore che sviluppa la corrente unitaria in un secondo percorrendo un conduttore di sezione e lunghezza pure uguali all'unità ed avente le estremità a tem-

Digitized by Google

perature differenti di un grado. Lo sviluppo di calore nell'elemento considerato e nel tempo dt sarà quindi uguale a

$$i\sigma \frac{\partial u}{\partial x} dx\, dt.$$

L' equazione differenziale cercata per il primo dei conduttori sarà per ciò

$$\text{I)} \qquad c\varrho \frac{\partial u}{\partial t} = k \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{i\sigma}{q} \frac{\partial u}{\partial x} - \frac{hp}{q}(u - u_0) + \frac{i^2 \omega}{J q^2}$$

Le condizioni ai limiti da soddisfare, per quanto riguarda le estremità, saranno le seguenti:

$$\text{II)} \qquad u = u_1 \quad \text{per} \quad x = 0 \quad \text{in ogni tempo}$$

$$\text{III)} \qquad u = u_2 \quad \text{»} \quad x = l \quad \text{»} \quad \text{»} \quad \text{»}$$

Per il secondo conduttore l' equazione differenziale potrà dedursi dalla I) quando in essa si sostituisca $-i$ ad i, mentre che nelle equazioni delle condizioni ai limiti non vi sarà nulla da cambiare.

Ad esse si dovrebbe aggiungere l' ulteriore condizione che all' origine del tempo $t = 0$, le temperature dovessero avere una data distribuzione, che esprimeremo in generale colla condizione

$$u = f(x) \quad \text{per} \quad t = 0.$$

Intanto osserviamo che colle condizioni II) e III) poste per le estremità, la temperatura dei conduttori tenderà ad assumere una distribuzione stazionaria, come risulta d' altra parte evidente in base a semplicissime considerazioni fisiche.

Cerchiamo perciò di scindere anche matematicamente l' espressione della temperatura u in quella stazionaria S, più quella variabile V, ponendo per la prima quelle condizioni ai limiti che convengono effettivamente al suo carattere di temperatura stazionaria limite.

Posto quindi:

$$u = S + V$$

l' equazione differenziale si scinderà nelle due:

$$\text{I')} \qquad 0 = k \frac{d^2 S}{dx^2} + \frac{i\sigma}{q} \frac{dS}{dx} - \frac{hp}{q}(S - u_0) + \frac{i^2 \omega}{J q^2}$$

$$\text{I'')} \qquad c\varrho \frac{\partial V}{\partial t} = k \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{i\sigma}{q} \frac{\partial V}{\partial x} - \frac{hp}{q}(V - u_0).$$

Digitized by Google

Le condizioni ai limiti II) e III) diverranno rispettivamente:

II') $S = u_1$ per $x = 0$ II'') $V = 0$ per $x = 0$ in ogni tempo
III') $S = u_2$ " $x = l$ III'') $V = 0$ " $x = l$ " " "
IV) $V = f(x) - S$ per $t = 0$.

Equazioni perfettamente analoghe si otterranno per i conduttori percorsi in senso contrario dalla corrente sostituendo i con $-i$.

b) Deduzione delle temperature stazionarie.

Occupiamoci ora della determinazione della S, stato stazionario. Poniamo per brevità:

$$(1) \qquad \frac{i\sigma}{kq} = 2j, \qquad \frac{ph}{kq} = m^2, \qquad \frac{i^2\omega}{Jq^2k} = n, \qquad u_0 = 0.$$

L'equazione I') diverrà:

$$(2) \qquad \frac{d^2S}{dx^2} + 2j\frac{dS}{dx} - m^2S + n = 0$$

della quale l'integrale generale può essere espresso nella forma

$$(3) \qquad S = C + Ae^{\lambda x} + Be^{-\mu x}$$

essendo

$$(4) \qquad \begin{cases} \lambda = -j + \sqrt{m^2 + j^2}, \qquad \mu = j + \sqrt{m^2 + j^2} \\ C = \dfrac{n}{m^2} = \dfrac{i^2\omega}{Jqhp}, \end{cases}$$

con A e B costanti arbitrarie d'integrazione per mezzo delle quali è sempre possibile soddisfare alle condizioni II') e III'). Si ha così:

$$(5) \quad A = \frac{(u_2 - C) - (u_1 - C)e^{-\mu l}}{e^{\lambda l} - e^{-\mu l}}, \qquad B = \frac{-(u_2 - C) + (u_1 - C)e^{\lambda l}}{e^{\lambda l} - e^{-\mu l}}.$$

E così la distribuzione stazionaria della temperatura, dopo un tempo sufficientemente lungo dallo stabilimento della corrente d'intensità i, è completamente espresso dall'equazione:

$$(3') \quad S_i = C + \frac{(u_2 - C) - (u_1 - C)e^{-\mu l}}{e^{\lambda l} - e^{-\mu l}} e^{\lambda x} + \frac{-(u_2 - C) + (u_1 - C)e^{\lambda l}}{e^{\lambda l} - e^{-\mu l}} e^{-\mu x}.$$

Digitized by Google

Analogamente si determina la temperatura S_{-i} del secondo conduttore, oppure ancora quella del primo quando in esso si inverta il senso della corrente. Come si vede dalla I') avviene semplicemente la permutazione di λ in μ e viceversa. Così che, indicando con A' e B' i valori di A e B dopo questa permutazione, si ha:

$$(3') \qquad S_{-i} = C + A' e^{\mu x} + B' e^{-\lambda x}.$$

E così il problema della determinazione delle temperature stazionarie dei nostri conduttori, è completamente risolto.

c) *Alcuni casi particolari.*

Un'espressione che ci interessa particolarmente è quella della differenza delle temperature in due punti omologhi qualsiasi dei due conduttori e in un punto qualsiasi di uno di essi per i due sensi della corrente. Essa sarà:

$$(6) \qquad \Delta S = S_i - S_{-i} = A e^{\lambda x} + B e^{-\mu x} - A' e^{\mu x} - B' e^{-\lambda x}$$

differenza che manifestamente si ridurrebbe a zero quando mancasse l'effetto Thomson.

Siccome questa differenza è un elemento essenziale per noi, esprimiamola più esplicitamente.

A tale scopo sostituiamo nella (6) i valori delle costanti A, B, A' e B'. Si otterrà:

$$\Delta S = \frac{(u_2 - C) - (u_1 - C) e^{-\mu l}}{e^{\lambda l} - e^{-\mu l}} e^{\lambda x} + \frac{-(u_2 - C) + (u_1 - C) e^{\lambda l}}{e^{\lambda l} - e^{-\mu l}} e^{-\mu x} -$$

$$- \frac{(u_2 - C) - (u_1 - C) e^{-\lambda l}}{e^{\mu l} - e^{-\lambda l}} e^{\mu x} - \frac{-(u_2 - C) + (u_1 - C) e^{\mu l}}{e^{\mu l} - e^{-\lambda l}} e^{-\lambda x}$$

sostituendo ancora le λ, μ coi loro valori e moltiplicando numeratori e denominatori per e^{-jl} e raccogliendo i fattori comuni otterremo:

$$\Delta S = \frac{(u_1 - C)\left(e^{jx} - e^{-jx}\right)\left(e^{(l-x)\sqrt{m^2+j^2}} - e^{-(l-x)\sqrt{m^2+j^2}}\right)}{e^{l\sqrt{m^2+j^2}} - e^{-l\sqrt{m^2+j^2}}} -$$

$$- \frac{(u_2 - C)\left(e^{j(l-x)} - e^{-j(l-x)}\right)\left(e^{x\sqrt{m^2+j^2}} - e^{-x\sqrt{m^2+j^2}}\right)}{e^{l\sqrt{m^2+j^2}} - e^{-l\sqrt{m^2+j^2}}}$$

Digitized by Google

Questa espressione è assai istruttiva, perchè pone in evidenza la dissimetria dovuta all'effetto Thomson, dissimetria che appunto sparisce quando si faccia $j = 0$.

Ora possiamo introdurre senz'altro alcune modificazioni che non influiscono menomamente sull'esattezza dei risultati. Teniamo perciò presente che dati i noti sviluppi in serie delle funzioni e^x e e^{-x}, si ha:

$$e^x + e^{-x} = 2\left(1 + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} + \ldots\ldots\right)$$

$$e^x - e^{-x} = 2\left(\frac{x}{1} + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} + \ldots\ldots\right).$$

Ma essendo le quantità jx e $j(l-x)$ sempre molto piccole, perchè σ nel caso più sfavorevole è dell'ordine di 10^{-6} al più, possiamo sostituire:

$e^{jx} - e^{-jx}$ con $2jx$ e $e^{j(l-x)} - e^{-j(l-x)}$ con $2j(l-x)$

così pure possiamo trascurare j^2 innanzi ad m^2 nell'espressione $\sqrt{m^2+j^2}$. L'equazione precedente diverrà così:

$$(7)\quad \Delta S = 2jx\,\frac{(u_1 - C)\,(e^{m(l-x)} - e^{-m(l-x)}) + (u_2 - C)\,(e^{mx} - e^{-mx})}{e^{ml} - e^{-ml}} - \frac{2jl\,(u_2 - C)\,(e^{mx} - e^{-mx})}{e^{ml} - e^{-ml}}.$$

Passiamo ora alla determinazione di un'espressione della temperatura stazionaria che dovrebbe avere ciascun conduttore quando mancasse l'effetto Thomson. Tale espressione dovrebbe evidentemente risultare dall'integrazione dell'equazione I') nella quale si fosse posto $\sigma = 0$. Ma, data l'invertibilità dell'effetto Thomson col senso della corrente, tale temperatura dovrà evidentemente essere pure, in ogni punto, eguale alla media delle temperature S_i e S_{-i} che si hanno per i due sensi della corrente quando esista l'effetto Thomson. Ossia dovremo avere

$$(7')\qquad S_m = \frac{S_i + S_{-i}}{2},$$

Calcolando questa espressione per mezzo delle (3) e (4) e delle

Digitized by Google

corrispondenti per la corrente invertita, si otterrà senza difficoltà:

$$S_m = C + \frac{(u_1 - C)\left(e^{jx} + e^{-jx}\right)\left(e^{(l-x)\sqrt{m^2+j^2}} - e^{-(l-x)\sqrt{m^2+j^2}}\right)}{2\left(e^{l\sqrt{m^2+j^2}} - e^{-l\sqrt{m^2+j^2}}\right)} +$$

$$+ \frac{(u_2 - C)\left(e^{j(l-x)} + e^{-j(l-x)}\right)\left(e^{x\sqrt{m^2+j^2}} - e^{-x\sqrt{m^2+j^2}}\right)}{2\left(e^{l\sqrt{m^2+j^2}} - e^{-l\sqrt{m^2+j^2}}\right)}.$$

Sostituiamo alle grandezze $e^{jx} + e^{-jx}$ e $e^{j(l-x)} + e^{-j(l-x)}$ i loro sviluppi in serie come precedentemente e teniamo ancora conto che i quadrati di jx e $j(l-x)$ sono trascurabili innanzi all'unità, come pure è trascurabile j^2 innanzi ad m^2 sotto il segno $\sqrt{}$. Avremo:

$$(8) \quad S_m = C + \frac{(u_1 - C)\left(e^{m(l-x)} - e^{-m(l-x)}\right) + (u_2 - C)\left(e^{mx} - e^{-mx}\right)}{e^{ml} - e^{-ml}}.$$

Deduciamo ora una conseguenza interessante.

Dal confronto delle equazioni (7) ed (8) risulta:

$$(9) \quad \Delta S = 2jx S_m - 2jxC - 2jl\frac{(u_2 - C)\left(e^{mx} - e^{-mx}\right)}{e^{ml} - e^{-ml}}$$

dalla quale scende immediatamente

$$(10) \quad 2j = \frac{\Delta S}{x(S_m - C) - l(u_2 - C)\dfrac{e^{mx} - e^{-mx}}{e^{ml} - e^{-ml}}}.$$

espressione che evidentemente è fondamentale per la questione di cui ci occupiamo.

Osserviamo infine che facendo nella (8) $i = 0$ e quindi $C = 0$ avremo:

$$(11) \quad S_{i=0} = \frac{u_1\left(e^{m(l-x)} - e^{-m(l-x)}\right) + u_2\left(e^{mx} - e^{-mx}\right)}{e^{ml} - e^{-ml}}.$$

È questa evidentemente l'espressione della temperatura stazionaria di un conduttore lineare mantenuto in un ambiente di temperatura $u_0 = 0$, ma colle estremità rispettivamente alle temperature u_1 e u_2.

Digitized by Google

Si vede senz'altro che essa è pure la soluzione dell'equazione I') colle condizioni II') e III') quando in essa si facciano σ, i e u_0 tutti uguali a zero.

Ora è interessante la seguente osservazione. Se noi calcoliamo i valori di $S_{i=0}$ nei punti x, $x+\delta$ e $x-\delta$, per qualsiasi x e δ si avrà la seguente espressione:

$$\frac{\{S_{i=0}\}_{x+\delta} + \{S_{i=0}\}_{x-\delta}}{\{S_{i=0}\}_x} = e^{m\delta} + e^{-m\delta}. \tag{12}$$

d) Variazioni delle temperature all'inversione della corrente.

Ritorniamo all'equazione alle derivate parziali I) valevole in generale per la temperatura u dei nostri conduttori e cerchiamo di integrarla soddisfacendo alle condizioni ai limiti che corrispondono a successive inversioni della corrente dopo che siano stati raggiunti i rispettivi stati stazionari.

Come precedentemente, osserviamo che dopo ogni inversione la distribuzione della temperatura tende sempre ad uno stato stazionario. L'equazione I) si potrà quindi ancora scindere, ponendo $u = S + V$ nell'equazione differenziale ordinaria I') per lo stato stazionario e nell'equazione alle derivate parziali I'') per lo stato variabile.

Le condizioni ai limiti per la I') si riferiranno solamente alle estremità e saranno evidentemente ancora

$$\begin{array}{llll} \text{per } x = 0 & S_i = u_1 & \text{oppure} & S_{-i} = u_1 \\ \text{» } x = l & S_i = u_2 & \text{» } & S_{-i} = u_2 \end{array}$$

a seconda del senso della corrente i. Il problema è già stato completamente risolto. Le condizioni ai limiti per la parte variabile V sono:

$$\left.\begin{array}{ll} \text{per } x = 0 & V = 0 \\ \text{» } x = l & V = 0 \\ \text{» } t = 0 & V = S_i - S_{-i} = \Delta S \text{ oppure } S_{-i} - S_{+i} = -\Delta S. \end{array}\right\} \tag{13}$$

Possiamo, col consueto metodo di Eulero scindere la funzione $V(x, t)$ nel prodotto di due funzioni $X(x)$ e $T(t)$ ponendo:

$$V(x, t) = X(x) \cdot T(t). \tag{14}$$

Scriviamo per brevità la I'') nella forma

$$r \frac{\partial V}{\partial t} = \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + 2j \frac{\partial V}{\partial x} - m^2 V, \tag{15}$$

Digitized by Google

avendo posto:

$$(16) \qquad r = \frac{c\,\varrho}{k} \qquad 2j = \frac{i\,\sigma}{k\,q} \qquad m^2 = \frac{h\,p}{k\,q}\,.$$

La (15) si ridurrà all'equazione:

$$r\,X\,\frac{d\,T}{d\,t} = T\,\frac{d^2\,X}{d\,x^2} + 2\,j\,T\,\frac{d\,X}{d\,x} - m^2\,T\,X$$

che, dividendo ogni membro per $X\,T$ diviene l'espressione dell'identità di due funzioni ciascuna di una differente variabile indipendente che, come è noto, implica le identità delle funzioni stesse con una stessa costante. Avremo cioè

$$(17) \quad r\,\frac{1}{T}\,\frac{d\,T}{d\,t} + m^2 = \frac{1}{X}\,\frac{d^2\,X}{d\,x^2} + 2\,j\,\frac{1}{X}\,\frac{d\,X}{d\,x} = -\,\alpha^2\,.$$

Gli integrali generali di queste due equazioni differenziali ordinarie sono rispettivamente:

$$T = e^{-\left(\frac{\alpha^2}{r} + \frac{m^2}{r}\right)t}$$

e

$$X = e^{-jx}\,(A\,\text{sen}\,\sqrt{\alpha^2 - j^2}\,x + B\,\cos\sqrt{\alpha^2 - j^2}\,x)$$

l'espressione

$$e^{-jx}\,(A\,\text{sen}\,\sqrt{\alpha^2 - j^2}\,x + B\,\cos\sqrt{\alpha^2 - j^2}\,x)\,e^{-\left(\frac{\alpha^2}{r} + \frac{m^2}{r}\right)t}$$

sarà quindi un'integrale particolare dell'equazione (15).

La prima delle condizioni (13) implica la necessità che sia $B = 0$. La seconda implica allora:

$$A\,\text{sen}\,\sqrt{\alpha^2 - j^2}\,l = 0$$

e quindi:

$$\sqrt{\alpha^2 - j^2} = \pm\,\frac{n\,\pi}{l} \qquad \text{e} \qquad \alpha^2 = j^2 + \frac{n^2\,\pi^2}{l^2}$$

essendo $n = 0, 1, 2, \ldots$.

La somma:

$$e^{-jx}\,\Sigma_n\,A_n\,\text{sen}\left(\frac{n\,\pi}{l}\,x\right)\,e^{-\frac{1}{r}\left(j^2 + \frac{n^2\,\pi^2}{l^2} + m^2\right)t}$$

Digitized by Google

nella quale le costanti A_n sono ancora arbitrarie, è pure un'integrale dell'equazione (15) che soddisfa alle due prime delle condizioni (13). Per soddisfare alla terza di esse e giungere alla soluzione V facciamo $t = 0$. Si dovranno allora determinare le costanti A in modo che sia:

$$\pm \Delta S e^{jx} = \Sigma_n A_n \operatorname{sen}\left(\frac{n\pi}{l} x\right),$$

ciò che può farsi col metodo di Fourier. Si otterrà:

$$(18) \qquad A_n = \frac{2}{l} \int_0^l \pm \Delta S e^{jx} \operatorname{sen}\left(\frac{n\pi}{l} x\right) dx .$$

La soluzione generale del nostro problema, cioè l'espressione della temperatura nei vari punti dei conduttori, per i vari tempi, è così completamente determinata.

In particolare la soluzione nel caso che raggiunto lo stato stazionario S_{-i}, si inverta la direzione della corrente sarà:

$$(19) \quad u = S_{+i} - e^{-jx} \Sigma_n A_n \operatorname{sen}\left(\frac{n\pi}{l} x\right) e^{-\left(\frac{n^2\pi^2}{l^2} \frac{k}{c\varrho} + \frac{h\,p}{c\,q\,\varrho} + \frac{j^2 k}{c\varrho}\right) t}.$$

Analogamente si esprime la temperatura di passaggio fra lo stato S_{+i} e quello S_{-i}. Vedremo in seguito la grande utilità di questa espressione.

III. — Descrizione particolare del metodo.

a). Ricapitolazioni delle basi teoriche.

Ritornando nell'ordine di idee svolte nel primo capitolo possiamo ora precisare meglio le grandi linee del metodo.

Il problema che ci proponiamo è la determinazione sperimentale del coefficiente dell'effetto Thomson corrispondente ad un certo conduttore, ma colla condizione di non attribuirgli alcuna proprietà fisica che non risulti direttamente o indirettamente da misure eseguite sopra di esso. Le entità fisiche che intervengono nella teoria svolta sono, oltra la σ, il coefficiente k di conduttività termica interna, quello h di conduttività esterna e quello ω della resistenza specifica elettrica. Per comodità matematica abbiamo sostituito a queste grandezze certi loro raggruppamenti (dalle 1 e 4):

$$m\,(k, h), \qquad j\,(\sigma, k) \quad \text{e} \quad C\,(\omega, h).$$

Digitized by Google

Ora dobbiamo evidentemente eseguire il numero sufficiente di tipi di misura per poter dapprima determinare queste grandezze m, C e j, e poscia ancora quanto occorra per determinare la σ.

L'equazione (12) ci suggerisce immediatamente un'esperienza per la determinazione di m. Basterà perciò misurare in una serie di punti equidistanti i valori della temperatura stazionaria del nostro conduttore, per $i = 0$ con le condizioni ai limiti supposte II') e III'). Dai valori di quelle temperature si calcolerà senza difficoltà m.

L'equazione (8) nel caso che si faccia $u_1 = u_2 = 0$ e si tenga conto della (7') e inoltre ci si limiti a considerare il punto $x = \frac{l}{2}$ si può scrivere, dopo semplici riduzioni algebriche

$$(20) \qquad \frac{S'_i + S'_{-i}}{2} = S'_m = C\left(1 - \frac{2}{e^{m\frac{l}{2}} + e^{-m\frac{l}{2}}}\right).$$

Essa ci fornisce subito una via per la determinazione di C. Basterà perciò misurare la temperatura nei punti di mezzo di ciascun conduttore percorso da una data corrente di intensità i e mantenuto colle estremità alla temperatura dell'ambiente 0, e impiegare nel calcolo il valore di m determinato precedentemente. Questa determinazione termica di tutto il complesso C è certamente preferibile alla sua determinazione per mezzo di quelle separate dai suoi due fattori ω e h^{-1}.

L'equazione (10) poi ci fornisce un ottimo mezzo per determinare j in base a misure di ΔS e S_m per qualsiasi x ed i.

Ma essendo $S_m = \frac{S_i + S_{-i}}{2}$ e $\Delta S = S_i - S_{-i}$ occorrerà anzi tutto misurare codesti valori S_i e S_{-i} in coppie di punti omologhi dei due conduttori. Da essi si calcolerà senz'altro S_m.

Per quanto riguarda ΔS, che possiamo già presumere sia una quantità molto piccola, non la dedurremo dalla differenza dei due valori osservati sopraddetti, ma la misureremo differenzialmente.

Il calcolo di j non presenta allora più alcuna difficoltà.

Per poter passare finalmente al coefficiente σ dobbiamo in qualche modo procurarci il valore del coefficiente k di con-

Digitized by Google

duttività interna. L'equazione (19) ci fornisce un mezzo ottimo per la sua determinazione. Per vederlo cominciamo ad osservare che nell'esponente della e, il terzo termine $\frac{j^2 k}{c \varrho}$ è senza dubbio trascurabile innanzi al primo; che il secondo termine, esso pure piccolo, è proporzionale al quadrato della m, precedentemente determinata. Osserviamo ancora che col crescere del tempo la funzione esponenziale in questione tende rapidamente a zero, e che perciò non si dovrà attendere molto dopo un'inversione di corrente, perchè possano ritenersi praticamente nulli il terzo ed i successivi termini della serie.

L'andamento variabile della temperatura sarebbe allora espresso dai due primi termini corrispondenti ad $u = 1$ e $u = 2$. Ma se ci limitiamo a considerare la temperatura nel punto di coordinata $x = \frac{l}{2}$, potremo ancora osservare che il secondo termine in causa del suo fattore $\operatorname{sen}\left(\frac{2\pi}{l} x\right)$ dovrà essere costantemente nullo. Perciò l'andamento della temperatura variabile nel punto $x = \frac{l}{2}$, dopo un certo tempo dall'inversione avrà l'espressione:

$$(21) \qquad V = u - S_i = \text{cost}\, e^{-\frac{1}{r}\left(\frac{n^2 \pi^2}{l^2} + m^2\right) t}.$$

Basterà quindi in tal caso, come è noto, osservare questo andamento a intervalli di tempo equidistanti e formare i rispettivi decrementi logaritmici naturali per poter calcolare k senza difficoltà.

Da quanto precede si vede che tutto è ormai ricondotto a misure di temperature e di differenze di temperature costanti oppure variabili. È facile vedere che esse si dovranno estendere in intervalli molto differenti. In particolare è evidente che gli importi della differenza ΔS e della temperatura variabile all'inversione della corrente, saranno assai piccoli innanzi a quelli S e S' delle temperature stesse. Occorrono perciò dispositivi sperimentali di grande latitudine per quanto riguarda la sensibilità.

b) Dispositivo sperimentale.

I conduttori da studiare possono essere scelti in forma di sottili tubi cilindrici. Le estremità di essi sono congiunte ter-

Digitized by Google

micamente mediante blocchetti massicci dello stesso metallo (fig. 1). Quello corrispondente alla posizione $x = 0$ stabilisce pure la comunicazione elettrica fra i due tubi, ciò che non avviene per quello nella posizione $x = l$, essendo interrotto da un sottile taglio riempito di un isolante. I due blocchetti

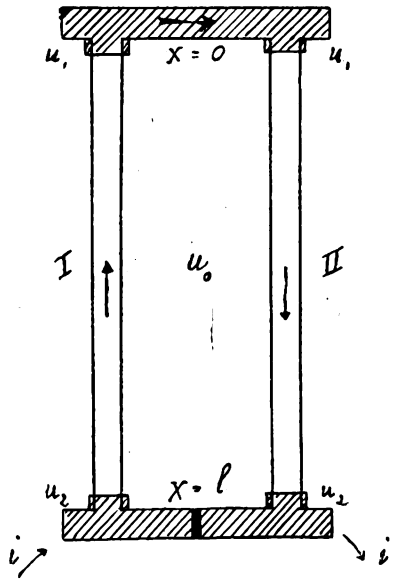


Fig. 1.

possono essere mantenuti alle temperature costanti u_1 e u_2 con metodi differenti a seconda del valore delle temperature stesse. Il sistema del riscaldamento elettrico mediante appositi avvolgimenti sui blocchetti esterni è certamente quello che si presta meglio per vasti intervalli di temperatura. Queste temperature u_1 e u_2, vengono misurate mediante pinze termoelettriche immerse in piccole cavità dei blocchi stessi. Tutto il sistema deve essere collocato in un termostato mantenuto alla temperatura u_0, con qualche mezzo opportuno specialmente adatto all'entità di questa temperatura. In particolare quando si trattasse di temperature superiori a quelle che si possono ottenere per mezzo di circolazioni di liquidi o di vapori, converrà ricorrere al riscaldamento elettrico e dare al termostato la forma di una ordinaria stufa elettrica.

Digitized by Google

La misura della temperatura lungo i conduttori, com'è noto, è questione molto delicata, tanto più quando si tratta di conduttori piccoli e sottili come nel nostro caso, perchè le pinze termoelettriche applicate direttamente alterano senza dubbio la distribuzione della temperatura. Anche la sensibilità che si può ottenere con coppie termoelettriche non è sufficiente per un metodo differenziale che voglia applicare, a tutto il conduttore, delle differenze massime di temperatura molto limitate. Molto meglio si presta un metodo bolometrico, realizzato nel modo seguente:

In corrispondenza dei due tubi si sono lasciati aperti due fori di accesso nel blocchetto a temperatura u_2, attraverso i quali si può introdurre, in ciascun tubo, una bobinetta bolo-

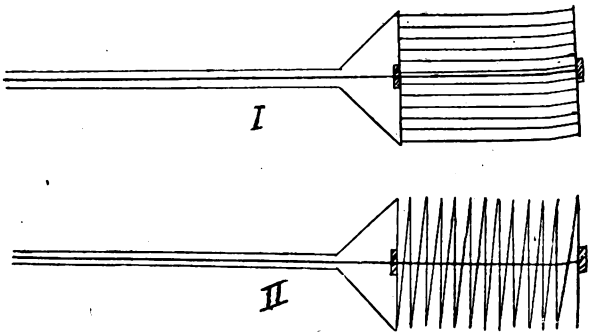


Fig. 2.

metrica di filo di platino del diametro di 5/100 di mm. costruita a seconda dei casi in uno dei due modi che indica la fig. 2. Ciascuna bobina può essere praticamente della resistenza di parecchi Ohm dinnanzi alla quale la resistenza dei conduttori di accesso è trascurabile.

Le dette bobine possono, dall'esterno per mezzo di un corsoio graduato, venire spostate entro i tubi in modo che i loro punto di mezzo possa assumere tutte le posizioni volute. Inoltre tutta la bobina può essere portata nell'interno del blocchetto a temperatura u_2.

La disposizione dei due circuiti della corrente principale e per la misura delle temperature è quella rappresentata schematicamente nella fig. 3. Per mezzo dell'invertitore I, la corrente principale fornita da un grosso accumulatore può essere inviata nei due sensi nel sistema dei due conduttori.

Digitized by Google

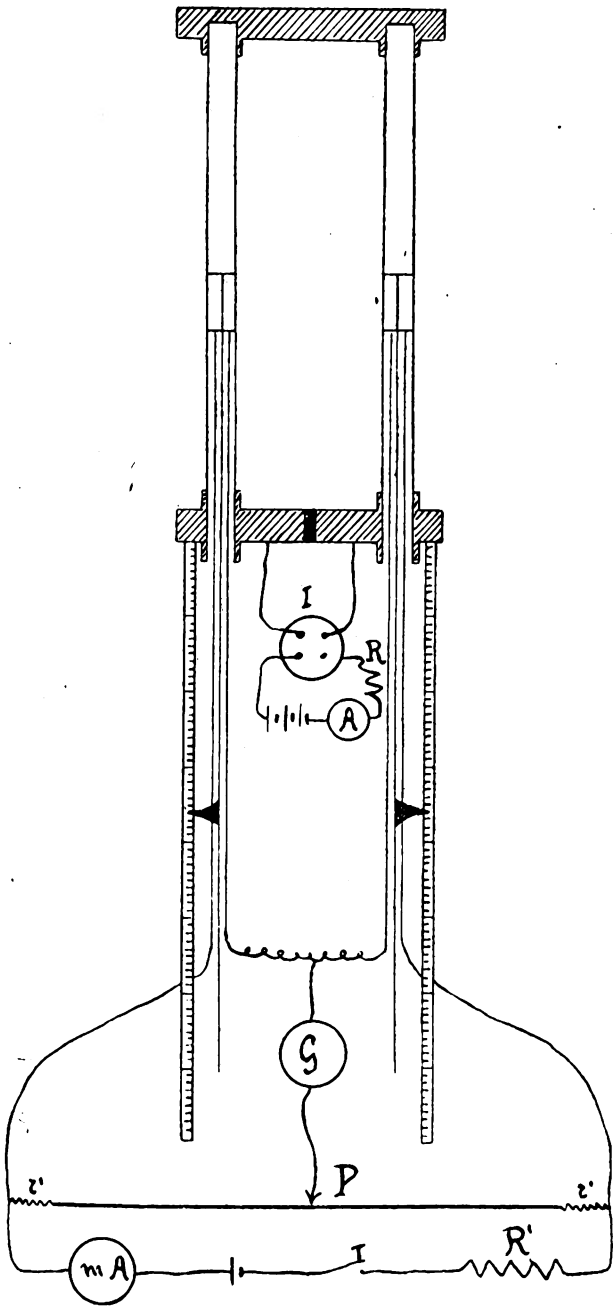


Fig. 3.

Digitized by Google

Il circuito per la misura delle temperature è un'ordinario circuito bolometrico costituito da un ponte a filo della resistenza di circa 4 Ohm, alle cui estremità sono applicate due resistenze fisse r' di 13 Ohm ciascuna, donde il doppio vantaggio di poter meglio regolare l'equilibrio spostando il corsoio come se si usasse un ponte a filo di circa 8 m. di lunghezza, e di avere uguali le quattro resistenze principali, cosa che rappresenta una delle condizioni necessarie per ottenere la massima sensibilità nel dispositivo di Wheatstone,

Il galvanometro G dovrebbe essere scelto colla resistenza pure di 15 Ohm ed avere inoltre il sistema mobile dotato di un momento d'inerzia e una costante di smorzamento tali, che le sue deviazioni, in ogni tempo, possano essere ritenute proporzionali ai valori istantanei della corrente, e quindi alle differenze delle temperature variabili che si vogliono misurare. Ma non disponendo di un galvanometro rispondente a questi requisiti si potrà rimediare impiegando un galvanometro tipo D'Arsonval con convenienti resistenze in serie e in parallelo naturalmente sacrificando sulla questione della sensibilità dell'insieme del dispositivo.

Venendo finalmente al tratto del circuito contenente la pila e il relativo interruttore basterà ricordare che per poter variare, come è necessario, la sensibilità del sistema, il reostato R' dovrà permettere di regolare e il microamperometro mA di misurare la corrente tra limiti assai estesi, praticamente fra il massimo di 10 Milliampère, cui non corrisponde ancora uno sviluppo di calore nelle bobine bolometriche capaci d'influire sensibilmente sulle misure, in un minimo di poche decine di microampère. Così collo stesso sistema si potranno misurare millesimi e decine di gradi.

Prima di procedere oltre sarà bene risolvere un dubbio che potrebbe sorgere.

Nello sviluppo della teoria abbiamo sempre parlato di temperature in qualche punto dei conduttori. Ma poi abbiamo deciso di adottare per le misure delle temperature una bobinetta mobile all'interno dei tubi che naturalmente dovrà avere una certa estensione.

Le misure di temperature così eseguite potranno essere considerate uguali alle temperature del conduttore in una sezione corrispondente al centro della bobina ?

Digitized by Google

Per rispondere a questo quesito indichiamo con δ la lunghezza della bobinetta che supporremo col centro nel punto $x = a$. La sua temperatura media sarà evidentemente:

$$\frac{1}{\delta}\int_{x-\frac{\delta}{2}}^{x+\frac{\delta}{2}} u\, da\,.$$

Nel caso che specialmente ci interessa delle temperature stazionarie sostituiamo ad u la sua espressione secondo l'equazione (3). La temperatura della bobina sarà allora:

$$\frac{1}{\delta}\int_{x-\frac{\delta}{2}}^{x+\frac{\delta}{2}} (C + A\, e^{\lambda a} + B\, e^{-\mu a})\, da =$$

$$= C + A\,\frac{1}{\lambda\,\delta}\, e^{\lambda x}\left(e^{\frac{\lambda\delta}{2}} - e^{-\frac{\lambda\delta}{2}}\right) + B\,\frac{1}{\mu\,\delta}\, e^{-\mu x}\left(e^{\frac{\mu\delta}{2}} - e^{-\frac{\mu\delta}{2}}\right).$$

Ma siccome $\lambda\delta$ e $\mu\delta$ sono sempre quantità molto piccole, si può sostituire alle espressioni in parentesi i primi termini dei loro sviluppi $\lambda\delta\left(1 + \frac{\lambda^2\delta^2}{24}\right)$ e $\mu\delta\left(1 + \frac{\mu^2\delta^2}{24}\right)$. Quindi, tenendo conto che μ e λ sono approssimativamente uguali a m, si avrà per la temperatura media della bobina l'espressione

$$C + (A\, e^{\lambda x} + B\, e^{-\mu x})\left(1 + \frac{m^2\delta^2}{24}\right)$$

che differisce solo, dall'espressione della temperatura del conduttore nel punto x, per l'ultimo fattore, che in generale differirà pochissimo dall'unità, e si potrà perciò senz'altro trascurare. Per es. nella misura di cui parleremo in fine, essendo $m = 0{,}272$ e $\delta = 1$ cm., il fattore in questione sarà uguale a 1,0031.

In ogni caso le indicazioni del nostro sistema bolometrico in causa della estensione non infinitesima della bobina, nei casi che ci interessano, ossia nel caso della misura media della temperatura $S_m = \frac{S_i + S_{-i}}{2}$ e nel caso della misura differenziale delle differenze delle temperature all'inversione

$$\Delta S = S_i - S_{-i},$$

Digitized by Google

saranno rispettivamente:

$$\overline{S}_m = C + \frac{(u_1 - C)(e^{m(l-x)} - e^{-m(l-x)}) + (u_2 - C)(e^{mx} - e^{-mx})}{e^{ml} - e^{-ml}} \left(1 + \frac{m^2 \delta^2}{24}\right)$$

$$\overline{\Delta S} = \Delta S \left(1 + \frac{m^2 \delta^2}{24}\right).$$

b) Svolgimento delle esperienze.

Da quanto precede è ormai ovvio come debbono svolgersi le esperienze. Occorrerà anzitutto, dopo essersi resi conto con qualche calcolo o prova preventiva, delle sensibilità occorrenti per le misure delle temperature, determinare le rispettive resistenze del reostato R' ed eventualmente di quelli in serie e in parallelo col galvanometro. Le misure delle temperature (per le quali occorrono le sensibilità minori) si eseguiranno tenendo una delle bobinette nella cavità del blocchetto a temperatura u_2; quelle delle differenze di temperatura tanto stazionarie quanto variabili, dovute all'effetto Thomson (per le quali occorrono le sensibilità maggiori) si eseguiranno tenendo le due bobine nei punti omologhi stabiliti.

Dopo qualche saggio preliminare non è difficile in ogni caso stabilire quale sia la differenza di temperatura $u_1 - u_2$ (al più di qualche decina di gradi) sufficiente per determinare un apprezzabile effetto Thomsón, e la corrispondente intensità di corrente.

La prima e più semplice misura sarà quella delle temperature in vari punti equidistanti del conduttore senza inviarvi alcuna corrente, temperature che abbiamo indicato con $S_{i=0}$. È bene tener presente che presso l'estremità a temperatura più elevata u_1 la temperatura varia rapidamente per il minimo spostamento della bobinetta e che perciò le posizioni di esse dovranno essere determinate colla più gran cura possibile. Eseguito il maggior numero di misure possibile in punti successivi distanti δ, si calcoleranno per ogni x i vari valori $(S_{x+\delta} - S_{x-\delta})/S_x$ e da essi, per mezzo dell'equazione (12) si determinerà una serie di valori della costante m dai quali, o per semplice media o col metodo dei minimi quadrati si dedurrà il valore risultante di m.

La seconda misura si riferisce più specialmente alla determinazione della C. Eguagliate le temperature u_1 e u_2 delle estremità dei conduttori a quella ambiente, assunta come zero,

Digitized by Google

si determinerà la temperatura stazionaria S' per il punto di mezzo del conduttore per le varie intensità di corrente alle quali si è deciso di sperimentare. Si avranno così i valori sufficienti per calcolare per mezzo della (20) i corrispondenti valori della C per quelle intensità.

Si giunge così alla parte più delicata e importante della esperienza e che interessa più direttamente il fenomeno che si vuole studiare quantitativamente.

Ristabilite alle estremità dei conduttori le temperature volute u_1 e u_2 per ognuna delle intensità della corrente elettrica impiegata nell'esperienza precedente, si dovranno dapprima misurare le temperature $S_{\pm i}$ in ognuno dei conduttori e in una serie di posizioni corrispondenti a varie x. Perciò basterà evidentemente portare una delle bobinette nella cavità del blocchetto a temperatura u_2 e situare l'altra nella posizione voluta, passando per tutte le combinazioni che interessano.

Poi si passerà alla misura differenziale della differenza delle temperature nei punti omologhi dei due conduttori collocando in ciascuno di essi una bobinetta, elevando la sensibilità del dispositivo termico quanto sarà necessario, e invertendo successivamente la corrente. Per eseguire le letture si dovrà naturalmente attendere, dopo ciascuna inversione, il ristabilimento dello stato stazionario. Dei valori ottenuti per ΔS si farà la media.

Circa la scelta dei valori di x ai quali conviene eseguire questa determinazione è facile orientarsi. Dal punto di vista teorico tutti sono equivalenti come risulta dalle espressioni analitiche di ΔS. Ma dal punto di vista pratico bisogna osservare che questo valore di ΔS è 0 per $x = 0$, assume un massimo per un valore di x relativamente piccolo poi, decresce per un lungo tratto quasi linearmente tendendo poi infine ancora a zero per $x = l$. È evidente che è difficile sperimentare in modo attendibile nel primo tratto perchè un minimo errore nella collocazione della bobinetta può portare un forte divario nella ΔS osservata; come pure è logico convenga evitare l'ultimo tratto in cui ΔS è prossimo a zero per ovvie ragioni sperimentali. All'atto pratico, converrà quindi sperimentare nel tratto medio dei conduttori.

Per i calcoli, che non presentano difficoltà sostanziali, ma che sono alquanto laboriosi, converrà aiutarsi con opportune tabelle.

Digitized by Google

Per la taratura del dispositivo bolometrico, per le varie sensibilità richieste, è evidente che il metodo più semplice è quello di porre le due bobinette dapprima in uno stesso ambiente a temperatura uniforme, poi in due ambienti di differenti e note temperature. In moltissimi casi tale metodo sarà praticamente attuabile. Ma quando per qualsiasi ragione ciò non fosse, si potrà sempre calcolare la temperatura o le differenze di temperature in base ai coefficienti della resistenza specifica, e alla sua variazione colla temperatura, del filo di platino impiegato.

Per quanto riguarda infine la determinazione del coefficiente k della conduttività termica, è chiaro che basterà stabilire nei conduttori lo stato termico stazionario corrispondente ad una data corrente i, di data direzione. Poi poste le bobinette alla posizione $x = \frac{l}{2}$ dei rispettivi conduttori si sposterà il corsoio del ponte fino ad ottenere che nel galvanometro non passi alcuna corrente. È evidente che allora durante gli stati variabili, le deviazioni del galvanometro saranno automaticamente proporzionali alla differenza $u - S_{+i}$, ossia alla sola parte variabile della temperatura. Invertendo allora la corrente per un tempo sufficientemente lungo si stabilirà lo stato stazionario S_{-i}. Constatato ciò, si aumenterà assai la sensibilità del sistema fino ad ottenere deviazioni cadenti fuori della scala e poi si ristabilirà la corrente nel senso primitivo i. Dopo un breve tempo (quello necessario per poter trascurare il terzo termine e i successivi della serie dell'equazione (19) e rendere legittima la (21)) si potranno nuovamente eseguire le letture che si continueranno, finchè le deviazioni non siano troppo piccole, ogni 5 oppure ogni 10 secondi.

Da queste letture si passerà nei modi soliti alle vere deviazioni angolari e se ne formeranno i decrementi logaritmici.

Il calcolo di k potrà allora eseguirsi immediatamente.

IV. — Primi risultati sperimentali.

Le poche esperienze di cui ora si rende conto sono state eseguite in condizioni relativamente semplici collo scopo di provare l'attuabilità del metodo studiato.

Digitized by Google

I conduttori erano due tubetti di acciaio dei diametri esterno di cm. 0,6 e interno di cm. 0,56. I blocchetti pure di acciaio furono saldati alla distanza di 10 cm. Al blocchetto nella posizione $x = 0$ fu applicato un piccolo avvolgimento di riscaldamento elettrico capace di mantenere la temperatura elevata di qualche decina di gradi sopra quella ambiente. Sulla base posteriore di esso fu pure applicato un rivestimento metallico che lasciava un intercapedine in cui si poteva far circolare acqua della distribuzione cittadina. Al blocchetto nella posizione $x = l$, o meglio alle sue due metà elettricamente isolate, furono applicate analoghe intercapedini pure per circolazione di acqua. Abbiamo quindi $l = 10$ cm., $p = 1{,}89$ cm., $q = 0{,}0365$ cm.^{2}.

Le bobinette vennero fatte come il secondo schema e della lunghezza di 1 cm. Non disponendo di filo di platino di diametro inferiore a $^5/_{100}$ di mm. esse risultarono di circa 6 Ohm di resistenza. Per mezzo di un corsoio graduato di cm. in cm. esse potevano venir portate col loro centro nelle posizioni $x = 1, 2, 3, \ldots\ldots 10$ e anche completamente nelle cavità dei due mezzi blocchetti estremi. Costruito il circuito come è indicato nella fig. 3 risultò che si poteva sperimentare senza difficoltà con correnti di circa 2,5 ampère. Si decise di impiegare successivamente 2, 2,6 e 3 ampère e si determinarono le resistenze nel reostato R' convenienti per avere le varie sensibilità richieste per la misura delle temperature. Le tarature per le differenti sensibilità vennero eseguite tenendo le bobine in ambienti di differenti temperature note misurate con buoni e adatti termometri.

I risultati della prima parte delle misure per la determinazione di m sono contenute nella seguente tabella I.

Digitized by Google

TABELLA I. $i = 0$ $u_1 = 20°$ $u_2 = 0$

Posizione	Conduttore I e II	$\frac{S_{u-1} + S_{u+1}}{S_u}$	m	
$x =$	$S_{\text{medio}} =$			
0	20°	—	—	
1	15.4	2.05	0.269	
2	11.6	2.07	0.271	
3	8.74	2.07	0.271	m medio $= 0.272$
4	6.5	2.08	0.273	
5	4.8	2.07	0.271	
6	3.44	2.09	0.275	
7	2.42	2.05	0.269	
8	1.51	2.10	0.277	
9	0.727	—	—	
10	0°	—	—	

I risultati delle determinazioni di C per le sopradette tre intensità di corrente sono contenuti nella tabella II.

TABELLA II.

$u_1 = u_2 = 0$ $x = 5$ cm $e^{m\frac{l}{2}} + e^{-m\frac{l}{2}} = 4.15$

$i = 2$ Amp.	$i = 2.6$ Amp.	$i = 3$ Amp.
$S_i = 0°.644$ $S_{-i} = 0°.636$	$S_i = 1°.11$ $S_{-i} = 1°.05$	$S_{+i} = 1.61$ $S_{-i} = 1.55$
$S_m = 0.639$	$S_m = 1.08$	$S_m = 1.58$
$C = 1.236$	$C = 2.09$	$C = 2.82$

(Continua).

Digitized by Google

(Continuazione e fine).

A questo punto è utile calcolarsi i valori dei raggruppamenti che intervengono nella equazione (9) in base ai valori trovati per la m.

Quantunque non tutti questi valori vengano utilizzati in seguito, si dà la tabella completa perchè è interessante vederne l'andamento.

TABELLA III. $m = 0.272$

$x =$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\frac{e^{mx} - e^{-mx}}{e^{ml} - e^{-ml}}$	0	0.0363	0.0751	0.121	0.172	0.240	0.325	0.437	0.580	0.770	1
$x - l\frac{e^{mx} - e^{-mx}}{e^{ml} - e^{-ml}}$	0	0.637	1.25	1.79	2.38	2.60	2.75	2.63	2.20	1.30	0

Le serie riguardanti le ulteriori misure vennero eseguite nei punti $x = 3$, $x = 5$ e $x = 7$ per ciascuna delle sopraddette tre intensità.

I risultati sono riassunti nella seguente tabella.

Digitized by Google

TABELLA IV. $u_1 = 20°$ $u_2 = 0$

Posizione		$i = 2$ Amp.					$i = 2.6$ Amp.					$i = 3$ Amp.				
		Conduttore I	Conduttore II	Media	j	$\frac{\sigma}{k}$	Conduttore I	Conduttore II	Media	j	$\frac{\sigma}{k}$	Conduttore I	Conduttore II	Media	j	$\frac{\sigma}{k}$
$x = 3$	S_{+i}	9°.36	9°.23				9.72	9.80				10.05	10.10			
	S_m			9°.28	0.000329	0.0000120			9°.73	0.000405	0.0000113			10°.04	0.00047	0.0000115
	S_{-i}	9°.31	9°.22				9.71	9.68				10.22	9.98			
	ΔS	0.0172	0.0178	0°.0175			0.020	0.022	0°.021			0°.0251	0.023	0°.0240		
$x = 5$	S_{+i}	5.48	5.41				5.89	5.90				6.30	6.28			
	S_m			5°.43	0.000327	0.0000119			5°.88	0.000410	0.0000114			6°.26	0.000457	0.0000112
	S_{-i}	5.44	5.39				5.84	5.90				6.22	6.24			
	ΔS	0.0159	0.0155	0°.0157			0.020	0.020	0°.020			0.027	0.0251	0°.0260		
$x = 7$	S_{+i}	2.97	3.00				3.37	3.35				3.66	3.70			
	S_m			2°.96	0.000318	0.0000116			3°.34	0.000391	0.0000109			3.66	0.000480	0.0000118
	S_{-i}	2°.95	2.93				3.33	3.31				3.64	3.63			
	ΔS	0.016	0.012	0°.014			0.015	0.013	0.014			0.0170	0.0176	0.0173		

Digitized by Google

Come si vede da questa tabella, per quanto in queste prime misure non si sia certo raggiunta tutta l'esattezza possibile, la dimostrazione della praticità del metodo è pienamente confermata.

Il valore ottenuto per $\frac{\sigma}{k}$ è in accordo con quello trovato da altri sperimentatori

Si sarebbe ora dovuto procedere alla determinazione di k per poter calcolare finalmente il valore del coefficiente σ. Ma l'impianto di cui si disponeva non permise di eseguire in modo soddisfacente questa misura. Attribuendo perciò a k il valore di circa 0,11 che si sa corrispondere al buon acciaio comune non temperato, quale appunto era il nostro tubo, si ottiene il valore 0,00000105 per il coefficiente σ riferito alla corrente di 1 Amp. e quindi il valore 0,0000105 riferito alla unità elettromagnetica teorica.

Per quanto riguarda il segno da attribuirsi a cotesto coef ficiente ricordiamo infine che, secondo la sua definizione, esso deve essere negativo, perchè una corrente elettrica diretta nello stesso senso del flusso di calore produce nel ferro e nell'acciaio un raffreddamento.

Digitized by Google

UBALDO BARBIERI

PROFESSORE DI GEODESIA NELLA R. UNIVERSITÀ DI GENOVA

LIVELLAZIONE DI PRECISIONE ESEGUITA A CONTRIBUTO DELLO STUDIO IDROGRAFICO DELLA MARINA DI CHIAVARI

È noto il fenomeno di rilevante erosione esercitata dal mare sulla spiaggia di Chiavari; questo fenomeno dura da più di un secolo, e, anzicchè tendere ad affievolirsi, sembra aumentare nelle sue proporzioni.

Il prof. D. Omodei, in due Memorie (1) inserite negli Atti del R. Comitato Talassografico italiano, trattò con particolare competenza l'argomento in discorso, lumeggiando con evidenza lo stato della questione, e discutendo sulle vie più opportune per giungere al riconoscimento delle cause produttrici del fenomeno.

Fra le possibili ragioni che si ascrivono a motivo del progressivo avanzamento del mare, vi ha quella dell'eventuale abbassamento della spiaggia per bradisismo, o per assettamento del materiale alluvionale di cui è formato il sottosuolo della città di Chiavari.

Allo scopo di arrivare ad una conclusione ben sicura su questa causa, il Presidente del Comitato Talassografico ligure, Marchese Domenico Pallavicino, affidava a me l'incarico di compiere quegli accertamenti che avrei ritenuto opportuno (2).

(1) D. Omodei, *Sulle condizioni della spiaggia di Chiavari-Lavagna*, Venezia 1912.

D. Omodei, « *Studio idrografico della marina di Chiavari e Lavagna* », Venezia, 1913.

(2) È deveroso ricordare come sia all'iniziativa di detto Comitato, che si debbono anche gli studi precedenti, compiuti sulla spiaggia di Chiavari-Lavagna, nonchè altri, sulle spiaggie e sulle correnti dell'alto Tirreno.

Digitized by Google

Investito dell'incarico anzidetto, stabilii di procedere ad una livellazione di precisione, lungo il litorale prospiciente alla città di Chiavari, distribuendo lungo di esso numerosi capisaldi di livellazione, e collegando altimetricamente gli stessi, con altri più interni, ed offrenti maggiori garanzie di stabilità.

Determinate così le quote dei capisaldi in parola, entro una approssimazione dell'ordine del millimetro, non rimarrà che a ribattere, in epoche successive, i punti così stabiliti, per accertare se la loro quota subì una variazione, e concludere se, in effetto, il sottosuolo andò, o meno, soggetto a cedimenti.

***

La livellazione ebbe luogo, con qualche interruzione, dagli ultimi di Giugno del corrente anno 1926, alla prima quindicina di Luglio.

La linea battuta si estende, lungo il litorale, dalla foce dell'Entella, a quella del Rupinaro, innoltrandosi verso l'interno con due rami, che la collegano al Corso G. B. Assarotti.

Tutta la linea fu livellata in doppio, non tollerandosi, per ogni tratto, fra andata e ritorno, che scostamenti dell'ordine del millimetro.

Il capisaldo di partenza fu quello stabilito dall'Istituto Geografico Militare, nella livellazione dello Stato, fra Genova e Spezia, sulla soglia d'ingresso al Palazzo Comunale di Chiavari, a sinistra di chi entra, e la cui quota è di m. 4,3559 sul livello medio del mare, determinato dal mareografo di Genova.

Per opera dell'Istituto Geografico, nell'occasione della livellazione di Stato ora accennata, erano già stati, da anni, stabiliti nel territorio di Chiavari due o tre capisaldi, e precisamente uno sul ponticello in Chiavari del torrente Rupinaro (sul marciapiede presso la spalletta a valle, riva sinistra), l'altro sul ponte di legno del torrente Entella, presse la foce (sopra il grosso dado di pietra, presso l'estremità del parapetto a monte, riva destra).

Battendo nuovamente questi due capisaldi, con l'altro già accennato, sito sulla soglia del palazzo Comunale, io avrei avuto, dal paragone delle loro quote presenti, con quelle determinate dall'Istituto Geografico, un prezioso confronto che mi avrebbe permesso (pur non essendo quei punti nella zona meglio indicata) di stabilire subito se la regione da essi segnata aveva, o no, subito, in questi ultimi due decenni, degli abbassamenti.

Digitized by Google

Malauguratamente, il ponticello sul torrente Rupinaro, che è quello per cui passa la strada che poi sale alla chiesa di Bacezza, fu riparato anni sono, proprio alla spalletta a valle della riva sinistra, andandone distrutto il caposaldo, sì che ogni mia ricerca per rintracciarlo, rimase senza risultato; il ponte di legno sul torrente Entella è poi quello ancor denominato ponte di Napoleone, oggi notoriamento del tutto abbattuto.

Dirò ancora che non mi è riuscito nemmeno di identificare con indubbia certezza, il caposaldo sulla soglia del Municipio; il circoletto inciso sulla soglia stessa, non è più riconoscibile con sicurezza; ad ogni modo, da me ora con la livellazione compiuta, è stato fissato l'esatto dislivello fra quella soglia, nel suo angolo di sinistra, e i capisaldi stabiliti sul litorale.

Questi capisaldi, distribuiti lungo il percorso di livellazione, consistenti in piccoli quadrati, del lato di circa cm. 2-3, vennero incisi a punta di scalpello, sulle lastre e sulle cordonate dei marciapiedi, o in altri luoghi acconci, rilevandone poi l'esatta posizione rispetto ai lati, spigoli o margini delle località su cui furono incisi, e ciò onde evitare ogni possibile smarrimento.

***

Lo strumento adoperato fu un livello a cannocchiale del tipo Egault, della fabbrica Troughton e Siemms, con una sola livella, fissa al supporto del cannocchiale; valore angolare della parte 5″. Il reticolo aveva un filo orizzontale per la misura dei dislivelli, e due verticali che, a cannocchiale ruotato di 90°, permettevano la misura indiretta delle distanze, misura alla quale parecchie volte si ricorse, per celerità e comodità.

La stadia impiegata fu una mira di precisione a cassetta, la cui sezione era rettangolare e cava, il lato maggiore di cm. 14, e il minore di cm. 6, la faccia anteriore in abete, graduata; le altre tre in mogano.

La graduazione era formata da piccole liste rettangolari alterne, bianche e nere, alte 1 cm., numerate ogni 10 cm.; inoltre la graduazione stessa era doppia; da un lato, cioè, procedente da 0 a 300 cm. dal basso all'alto, e dall'altro lato analogamente, ma in verso opposto, contrastando un rettangolo bianco di una metà, con uno nero dell'altra, in guisa che il filo orizzontale del micrometro veniva a sovrapporsi a due rettangoli di diverso colore, dando così luogo a due letture, la cui somma doveva risultare uguale a 3000 millimetri.

Digitized by Google

La verticalità della mira era indicata da una livella sferica applicata alla parte posteriore, e mantenuta con l'aiuto di un particolare sostegno, formato da due gambe a snodo.

Inferiormente la mira era terminata con uno sperone di ferro, sporgente circa quattro centimetri, con l'estremità emisferica, la quale, quando la mira era verticale, veniva ad essere appoggiata in una corrispondente cavità, praticata in uno zoccolo portatile di ghisa, munito inferiormente di tre forti punte, suscettibili di fargli dare un solido assestamento sul terreno.

Sebbene i dislivelli da misurare fossero assai lievi, si volle per maggior precisione, tener conto altresì delle variazioni di lunghezza della mira, per effetto del variar della temperatura e della umidità dell'aria.

A questo scopo, scelto dapprima per metro base sulla stadia il tratto 100 cm. 200 cm. e misurato con un comparatore catastale di nota equazione, il metro medio della mira, si determinò una prima volta la differenza fra metro medio e metro base; e quindi, in ogni giorno d'operazione, unicamente il valore del metro base.

Le varie differenze di livello, misurate giornalmente, vennero poi corrette, in base ai diversi metri medî.

La lunghezza delle battute fu variabile, non mai, però, maggiore di 50 m.; la livellazione fu sempre eseguita dal mezzo.

Le distanze, come già si disse, furono qualche volta misurate indirettamente, coi fili del reticolo; tal'altra, direttamente a passi, e di poi, convertite in metri.

Dette distanze, ridotte in tal modo, servirono alla determinazione della correzione della lettura eseguita sulla mira, in base agli spostamenti del centro della bolla della livella, correzione espressa, in valore e segno, dalla nota formola

$$\frac{1}{2}\, p\ (\text{oc} - \text{obb})\ \text{D arc } 1''.$$

Infine, come di regola, ogni lettura definitiva risultò la media delle quattro letture ottenute ruotando il cannocchiale attorno al suo asse, ed invertendolo sui suoi appoggi.

Nella tabella seguente, dove per ogni colonna è indicato in testa il rispettivo contenuto, si riassumono i risultati di tutta la livellazione.

Digitized by Google

Num. d'ordine dei capisaldi	LOCALITÀ ove furono stabiliti i capisaldi	Tratto fra i capisaldi	Lungh. comples. delle battute fra i capisaldi	Numero delle stazioni	Differenze di livello	Quote dei capisaldi
			m.		m.	m.
1	Sulla soglia della porta d'ingresso al Palazzo del Municipio di Chiavari; a sinistra di chi entra (caposaldo Istituto Geogr. Milit.).					4,3559
2	Sul marciapiede, ad est del lampione, in via G. B. Assarotti, all'angolo della piazza di N. S. dell'Orto, sulla destra di chi entra dalla stazione in città.	1-2	170	2	— 0,9400	3,4159
3	Sulla cordonata del marciapiede, all'angolo di corso G. Garibaldi con il corso G. Mazzini, sulla sinistra andando verso il passaggio a livello.	2-3	220	3	+ 0,4657	3,8816
4	Sulla cordonata del marciapiede, all'angolo del corso alla Marina, con corso G. Garibaldi, prospiciente alla targa recante il nome del corso Garibaldi.	3-4	75	2	— 0,0465	3,8351
5	Su di un lastrone, attiguo all'edificio sito all'angolo di corso G. Garibaldi, verso il mare, dì fronte al caposaldo precedente.	4-5	35	1	— 0,2046	3,6305
6	Sul primo gradino a sinistra, della porta di sinistra della chiesa sita in corso alla Marina, verso est.	5-6	55	1	+ 0,5569	4,1874
7	Nel corso alla Marina, all'angolo di via Jacopo Rocca, su di una lastra d'ardesia.	6-7	85	1	— 0,9007	3,2867

Digitized by Google

Num. d'ordine dei capisaldi	LOCALITÀ ove furono stabiliti i capisaldi	Tratto fra i capisaldi	Lungh. comples. delle battute fra i capisaldi	Numero delle stazioni	Differenze di livello	Quote dei capisaldi
			m.		m.	m.
8	Allo sbocco, verso il mare, di una piccola traversa, e sul lato prospiciente il mare stesso, di un basamento quadrato di calcestruzzo, di circa 2 m. di lato.	7-8	100	2	— 0,0299	3,3166
9	Su di un blocco quadrato di calcestruzzo, sito sul corso alla Marina, a destra andando verso la foce dell'Entella, e presso il moncone di legno, al centro del blocco anzidetto.	8-9	120	3	— 0,0746	3,3912
10	Sul secondo blocco di calcestruzzo, dopo il precedente, e sempre presso il moncone di legno, situato al centro.	9-10	70	1	— 0,0020	3.3932
11	Su di un paracarro, prospiciente un palo di ferro, sulla sinistra della strada, sul lato opposto alla riva del mare.	10-11	45	1	— 0,3880	3,7812
12	Al centro di un blocco a forma di settore circolare, a sinistra della porta d'accesso ad una casetta posta presso il diroccato ponte di Napoleone.	11-12	120	2	— 0,5546	4,3358
13	Sul corso alla Marina, sul primo scalino a sinistra della gradinata d'accesso all'edificio destinato alla « Colonia Balneare ».	4-13	110	2	— 0,8943	4,7294

Digitized by Google

Num. d'ordine dei capisaldi	LOCALITÀ ove furono stabiliti i capisaldi	Tratto fra i capisaldi	Lungh. comples. delle battute fra i capisaldi	Numero delle stazioni	Differenze di livello	Quote dei capisaldi
14	Sul corso alla Marina, all'inizio della cordonata che circonda la fontanella posta in Piazza Vittorio Leonardi.	13-14	160	3	+0,3325	4,3969
15	Sul corso alla Marina, sulla destra, dopo la Piazza Vittorio Leonardi, su di una lastra d'ardesia, all'imbocco di un vicolo chiuso.	14-15	115	2	−0,1319	4,5288
16	Su di un lastrone, presso il casamento all'angolo di destra dell'ultimo tratto di corso Umberto, verso il mare, all'incrocio con il corso alla Marina.	15-16	130	2	−0,3164	4,8452
17	Sull'orlo di una chiavica, all'angolo del corso alla Marina con corso Umberto, dalla parte opposta al mare, e sulla destra andando al passaggio a livello.	16-17	65	1	+0,9367	3,9085
18	In corso G. B. Assarotti, all'angolo con corso Umberto, sulla destra procedendo dal passaggio a livello precedente, e sotto il primo arco del porticato.	17-18	105	2	−0,0937	4,0022
19	In corso G. B. Assarotti, all'angolo con piazza N. S. dell'Orto, in posizione simmetrica al caposaldo N. 2, sulla cordonata del marciapiede, e ad ovest del fanale.	18-19	170	3	+0,5144	3,4878

Digitized by Google

ING. CARLO CAGNOLI

IL PIANO DI COSTRUZIONE DEI BASTIMENTI

Premessa.

Lo scopo della presente monografia è esclusivamente quello di fornire di una guida al tracciamento del piano di costruzione di un bastimento in progetto, chi manca della necessaria dimestichezza in questo importante lavoro.

Sarò assai lusingato se questo mio modesto contributo alla tanto discussa materia riuscirà in qualche modo utile.

Alcuni richiami fondamentali.

Ritengo opportuno richiamare succintamente alcune nozioni relative agli elementi che vengono considerati nella presente trattazione. A fianco di ciascun termine tecnico italiano aggiungerò le corrispondenti voci nelle tre lingue: inglese (i), tedesco (t), francese (f), in questo stesso ordine, con l'intendimento di far conoscere, a chi ne avesse bisogno, alcuni vocaboli necessari all' esatta interpretazione dei disegni che provengono dai cantieri stranieri.

Lunghezza fuori tutto L ((i) Length overall, Extreme length -- (t) Laenge ueber alles — (f) Extrème longuer) è la massima lunghezza misurata orizzontalmente fra i punti estremi della nave. Alcuni autori usano includervi nel caso dei velieri, anche il bompresso [1].

[1] Cfr. A. L. Ayre, British Shipbuilding.

Digitized by Google

Lunghezza fra le perpendicolari Lpp ((i) Length between perpendiculars — (t) Laenge in der Schimmebene, Lange zwischen den Loten, Laenge zwischen del Perpendikeln, Konstruktionslaenge, Berechnungslaenge — (f) Longuer entre les perpendiculaires)
è la lunghezza misurata orizzontalmente fra le faccie interne dei dritti cioè quella poppiera della ruota di prora e quella prodiera del dritto del timone, alla presunta linea di massimo carico estivo. Questa misura della lunghezza fra le pp. è usata in Italia, in Francia ed in Germania. In Inghilterra invece si usa una Length b. p. misurata dalla fascia prodiera del dritto di prua alla faccia poppiera del dritto del timone all'intersezione con la linea dei bagli del ponte superiore, il quale nel caso di navi aventi sovrastruttura completa (shelterdeck, awningdeck) è quello sottostante alla sovrastruttura.

Per certe forme particolari della prua e più specialmente della poppa, può esistere una certa incertezza nello stabilire l'esatta posizione delle pp. estreme. Ad es. nel caso di navi aventi poppa ad incrociatore ((i) Cruiser stern — (t) Kreuzerheck — (f) Poupe de croiseur) si usa far coincidere la pp. AD. col dritto del timone, se questo esiste, oppure con l'asse dell'asta del timone, se il dritto non esiste.

Per le navi in legno la lunghezza fra le pp. sarà misurata dai tratti interni delle battute dei dritti.

Nel caso di navi con poppa ad incrociatore o con forme speciali della prua o della poppa sarà consigliabile adottare, per la semplificazione dei calcoli di carena, la lunghezza misurata fra i punti estremi del galleggiamento di pieno carico normale, oppure considerare come appendice il volume della parte immersa della poppa in AD della Pp. AD.

Lunghezze di registro ((i) Lloyd's length, British Corporation's length — (t) Laenge fuer Klassification — (f) Longuer du Bureau).

Il Germanischer Lloyd, il Bureau Veritas, il Lloyd's Register assumono come misura della lunghezza quella già definita come lunghezza fra le pp. Il Registro Italiano e la British Corporation prescrivono invece una lunghezza misurata fra le faccie esterne dei dritti.

Nel caso di poppa ad incrociatore il L. R. prescrive che la lunghezza venga assunta uguale al 96 % della distanza misurata fra il dritto di prua e la parte posteriore della poppa,

Digitized by Google

purchè detta distanza risulti maggiore di quella misurata fra il dritto di prua e quello del timone, se esiste, oppure fra il dritto di prua e la faccia prodiera dell'asta del timone, se il dritto del timone non esiste.

Per le navi aventi tagliamare, lo stesso L. R. prescrive che la lunghezza venga misurata a partire dal punto in cui la faccia prodiera del dritto di prua, prolungata nella stessa direzione della sua parte immersa, incontra il ponte superiore.

Per le navi in legno il R. I. prescrive come lunghezza fra le pp. quella misurata fra le faccie interne della ruota di prora e del dritto del timone alla loro intersezione con la superficie inferiore del fasciame del ponte superiore. Sarebbe però più logico considerarla limitata al tratto interno della battura dei dritti, dato che esso definisce sulla chiglia e sui dritti la superficie fuori ossatura dello scafo e che lo stesso registro lo considera per stabilire l'altezza di costruzione (1).

Larghezza massima fuori ossatura l ((i) moulded Breadth — (t) Breite auf Spanten, groesste Breite — (f) Largeur hors membres).

Larghezza massima fuori fasciame ((i) Extreme Breadth — (t) Breite auf Aussenhaut — (f) Largeur hors bordè).

La prima è la massima larghezza misurata orizzontalmente al di fuori delle costole, cioè dalla faccia esterna di una costola a quella della costola opposta. La seconda è la massima larghezza misurata al di fuori del fasciame esterno. Quest'ultima ha importanza specialmente per le navi in legno nelle quali il fasciame esterno ha spessore rilevante.

La lunghezza massima fuori ossatura è la sola usata da tutti i registri di classificazione per la determinazione dei materiali da costruzione. Essa corrisponde in generale alla sezione al mezzo della nave, ma in alcuni casi se ne discosta sia verso la prora che verso la poppa, ma più spesso verso poppa.

Altezza di costruzione a ((i) Moulded Depth — (t) seiten Hoehe — (f) Creux).

Per le navi in ferro od in acciaio è presa dalla faccia superiore della chiglia, (i) Top of Keel T. P. — (t) oberkante

(1) L'edizione più recente del Regolamento del L. R. contiene notevoli varianti alle precedenti disposizioni regolamentari. Fra l'altro, come lunghezza dei bastimenti viene assunta la distanza fra le faccie esterne dei dritti al galleggiamento di pieno carico.

Digitized by Google

Kiel — (f) dessus de la quille) alla linea retta del baglio del ponte principale a metà della lunghezza fra le pp. ((i) centre between perpendiculars C. B. P. — (t) in der Mitte — f) au milieu). La British Corporation usa la stessa altezza misurata però a metà della lunghezza del galleggiamento di pieno carico.

Nel caso di bastimenti di legno, l'altezza di costruzione è misurata a partire dallo spigolo superiore della battura della chiglia nella parte più larga dello scafo. Se il bolzone effettivo supera il bolzone normale, che è 1/48 della lunghezza del baglio maestro, il R. I. prescrive di aggiungere 1/3 dell'eccedenza.

Dislocamento D ((i) Displacement — (t) Wasserverdraengung — (f) Deplacement).

Carena od opera viva ((i) Bottom of ship — (t) Lebendes Werk — (f) Carène).

Centro di carena o di spinta C ((i) Centre of buoyancy — (t) Form. Deplacement Schwerpunkt — (f) Centre de poussée).

Il bastimento come corpo galleggiante è soggetto alle leggi dell'idrostatica, primo fra tutte il principio di Archimede, cioè il bastimento, quando galleggia in equilibrio in acqua calma, sposta con la sua parte immersa una quantità d'acqua di peso uguale al proprio; in altri termini il volume della parte immersa moltiplicato per il peso specifico dell'acqua in cui galleggia (1,0259 per l'acqua di mare) rappresenta il peso totale della nave. Dislocamento dicesi appunto questa quantità di acqua spostata: esso coincide dunque col peso totale della nave. Inoltre la risultante delle pressioni esercitate dal liquido sulla carena costituisce una spinta dal basso in alto che fa equilibrio al peso e quindi è ad esso uguale ed opposta. Tale spinta ((i) Buoyancy - (t) Auftrieb, Schwimmkraft - (f) Poussée) si considera applicata al centro di volume dell'acqua spostata, detto centro di carena o di spinta.

La parte immersa del bastimento è chiamata carena od opera viva (dai tedeschi Lebendes Werk) perchè realmente a tutti gli effetti rappresenta la parte vitale della nave. La parte emergente è detta al contrario opera morta (Totes Werk) per indicare che il suo peso gravita sulla carena senza contribuire in nulla al proprio sostentamento.

Il dislocamento è espresso in Italia, in Francia, in Germania in tonnellate di 1000 Kg. e si ottiene come si è visto moltiplicando il volume della carena espresso in metri cubi per 1,026 (peso specifico dell'acqua di mare). Nel caso del-

Digitized by Google

l'acqua dolce di fiume o di lago il volume stesso rappresenta il dislocamento in tonn. In Inghilterra invece, essendo le dimensioni espresse in piedi ed il dislocamento in tonnellate inglesi di 2240 libbre, cioè 1016 Kg., il dislocamento si ottiene dividendo il volume in piedi cubici per 2240/64 = 35 nel caso dell'acqua salsa (64 libbre è il peso per piede cubo dell'acqua salata), 2240/62,5 = 36 nel caso dell'acqua dolce (62,5 lbs è il specifico dell'acqua dolce), 2240/63 = 35,555 nel caso dell'acqua salmastra degli estuarî dei fiumi.

Immersione i ((i) Draft — (t) Konstructionstiefe, Tiefgang — (f) tirant d'eau, immersion).

È la profondità della parte immersa della nave. Misurata dalla faccia superiore della chiglia per le navi in ferro od acciaio, dal tratto interno della battura per le navi in legno, al $^1/_2$ della nave, essa costituisce quell'immersione che i registri italiano e tedesco prendono a base dell'assegnazione dei materiali da costruzione. Vien chiamata dai tedeschi Tauchtiefe o Konstructions - Berechnungstiefe per distinguerla da quella che è misurata dal sottochiglia ((i) Bottom of keel — (t) unterkante Kiel — (f) dessous de la quille) o dal punto più basso nel piano di simmetria inclusi timone ed elica e che è detta Tiefgang dai tedeschi, extreme draft dagli inglesi. Se la chiglia non è parallela al pelo liquido è necessario distinguere un'immersione poppiera ((i) Afterdraft — (t) Tiefgang hinten — (f) Tirant d'eau arrière), un'immersione prodiera ((i) forward draft — (t) Tiefgang vorn — (f) Tirant d'eau avant) e un'immersione media (i) Mean Draft — (t) Tiefgang in der Mitte — (f) Tirant d'eau moyen, misurate rispettivamente sulle perpendicolari AD, AV, media.

Piano di costruzione ((i) Sheer Draught (t) Konstrunctionriss, Linienriss — (f) Plan des formes, Tracé des formes).

È noto che le forme degli scafi non sono rappresentabili mediante relazioni algebriche fra le coordinate dei punti delle loro superfici esterne, perchè ad esse si è pervenuti attraverso successive trasformazioni rese necessarie dai risultati dell'esperienza. I bastimenti sono però dotati di un piano di simmetria longitudinale, (i) Diametral plan — (t) Laengsplan — (f) Plan longitudinal, che permette di considerarne una sola metà nella rappresentazione della loro superficie esterna.

Tale rappresentazione è ottenuta, nel sistema di assi cartesiani ortogonali, mediante un insieme di disegni, detti piani di costruzione, che comprendono:

Digitized by Google

un piano longitudinale, (i) Sheerplan, Profile — (t) Laengenriss — (f) Plans des sections longitudinales;

uno orizzontale, (i) Half breadth plan — (t) Wasserlinienriss — (f) plan des sections orizzontales, plan des lignes d'eau;

ed uno verticale, (i) Body plan — (t) Spantenriss — (f) Plan des couples, Plan des sections verticales,

e sono costituiti dall'insieme delle intersezioni della superficie fuori ossatura (luogo geometrico delle faccie esterne delle costole) con tre gruppi di piani ausiliarî paralleli rispettivamente al piano di simmetria, al galleggiamento e ad un piano normale ad entrambi.

La rappresentazione della superficie fuori ossatura è sufficiente nel caso di navi in ferro od acciaio essendo piccolo l'incremento al volume portato dal fasciame, è insufficiente invece per le navi in legno, per le quali è necessario, quando si vogliano effettuare calcoli di volume e stabilità, ricorrere alla derminazione della superficie fuori fasciame. Nella pratica però si usa spesso calcolare l'incremento di volume prodotto dal fasciame esterno, sia per le navi in metallo che per quelle in legno, come una percentuale del volume fuori ossatura. Così per i bastimenti di legno si assume il $5 \div 8\,\%$ per fasciame di quercia, il $6 \div 9\,\%$ per fasciame di pino oppure si impiega la formula approssimata

$$V_f = V\left(1 + \frac{3\,s}{\frac{1}{2}\,l}\right)$$

in cui V_f rappresenta il volume del fasciame, V quello della carena, s lo spessore medio del fasciame ed l la larghezza fuori ossatura, in metri. Si potrebbero anche usare convenientemente le formule approssimate che danno la superficie della carena.

Per gli scafi metallici il volume del fasciame esterno è rappresentato da una percentuale che è mediamente del 0,8 % e che va da un minimo del 0,7 % ad un massimo del 2 % del volume f. o., includendovi tutte le appendici cioè dritti, timone, elica, alette di rollio, chiglia massiccia se esiste, ringrossi. Per le navi a doppia elica la percentuale media sarà di circa l'1 % inclusi i ringrossi per gli assi delle eliche, e per le navi a $3 \div 4$ eliche con ringrossi varierà dall'1 % al 2 %.

Digitized by Google

Nel caso di scafi minori in legno l'importanza del fasciame a questo riguardo è naturalmente maggiore, perchè, non solo porta proporzionatamente ad un maggior incremento del volume di carena, ma ne modifica sensibilmente le forme. In tal caso la superficie fuori fasciame deve avere una speciale considerazione.

Nel longitudinale del piano di costruzione sono rappresentate, sulla vista o profilo longitudinale dello scafo, le linee d'intersezione dei piani paralleli al piano di simmetria con la superficie f. o., linee dette appunto longitudinali, (i) Buttock lines — (t) Laengsschnitte — (f) Sections longitudinales. Vi si disegnano inoltre le proiezioni longitudinali dei ponti, dette livets dai francesi e le traccie dei piani orizzontali e trasversali. In questo piano la nave è di solito disposta con la poppa alla sinistra dell'osservatore, ma nulla vieta che possa anche essere altrimenti, trattandosi di consuetudine, purchè beninteso si modifichi di conseguenza la disposizione delle altre proiezioni.

Nella proiezione longitudinale alcune linee sono degne di rilievo:

l'orlo ((i) Rail — (t) Reeling, Schanzkleid — (f) Lisse de pavois) che delimita superiormente lo scafo; è solitamente concavo verso l'alto con andamento parabolico ed ha il punto più basso situato sulla Pp. M. o leggermente a poppavia di essa;

la cinta o spigolo del bindone ((i) Knuckle (upper, lower Knuckle) — (t) Knick — (f) Lisse de voute) che è una linea tracciata parallelamente all'orlo e sull'estrema poppa determina uno spigolo col quale vengono ad incontrarsi la superficie della volta di poppa e lo specchio di poppa;

la linea di costruzione ((i) Base line — (t) Konstruktionswasserlinie — (f) ligne d'eau zero) che è retta di base per il longitudinale e coincide con la proiezione della faccia superiore della chiglia per le navi in metallo e col tratto superiore della battuta della chiglia per gli scafi di legno. Può anche essere considerata come traccia sul piano di simmetria del piano orizzontale più basso. Per i tedeschi però la linea di costruzione coincide con la traccia del galleggiamento di pieno carico.

Nel piano orizzontale vengono rappresentate le linee intercette dai piani orizzontali sui fianchi e sul fondo del bastimento e queste linee (e quindi anche i piani che le definiscono) vengono chiamate linee di acqua ((i) Waterlines — (t) Wasserlinien — (f) Lignes d'eau) od anche galleggiamenti ((i) Water-

Digitized by Google

planes — (t) Schwimmebenen — (f) Flottaisons); fra di essi due sono in special modo importanti, cioè quello che corrisponde all'immersione di pieno carico ed è detto appunto galleggiamento di pieno carico ((i) Load waterline — (t) geladene Wasserlinie — (f) Flottaison en charge) e quello che corrisponde al dislocamento della nave vuota ed è chiamato galleggiamento leggiero ((i) Ligth draft — (t) Leichte Wasserlinie — (f) Flottaison lège). L'uno e l'altro determinano una zona il cui dislocamento sta ad indicare la capacità in carico del bastimento ed è perciò detto esponente di carico ((i) Deadweigth — (t) Tragfaehigkeit — (f) exposant de charge).

Per meglio individuare la murata, sopra il galleggiamento di pieno carico vengono condotti altri piani orizzontali che danno luogo alle cosidette false linee d'acqua o linee d'acqua ausiliarie ((i) Auxiliary Waterlines — (t) Hilfswasserlinien — (f) fausses lignes d'eau, Lignes d'eau auxiliaires). Sull'orizzontale si rappresentano pure le proiezioni orizzontali dell'orlo e dello spigolo del bindone (quest'ultimo se esiste), i ponti e le traccie dei piani longitudinali e trasversali.

Le linee d'acqua, essendo simmetriche rispetto al piano di simmetria, si rappresentano soltanto per metà e da una sola banda del piano di simmetria. Talvolta però se ne tracciano alcune dalla banda opposta, specialmente nel caso delle navi da guerra, per evitare che la sovrapposizione di molte linee generi confusione.

Il verticale è l'insieme delle linee d'intersezione dei piani trasversali con la superficie esterna dello scafo (per superficie esterna, quando non si precisi altrimenti, s'intende sempre quella fuori ossatura); dette linee vengono chiamate ordinate ((i) Sections, Frames — (t) Spanten — (f) Couples). Di tutte le sezioni una è in special modo importante, quella cioè che racchiude la massima superficie sotto il galleggiamento di pieno carico ed è chiamata sezione maestra ((t) Hauptspant, Nullspant — (i) Midship section — (f) Maître couple, couple au maître) e si indica col segno Φ. Divide la nave in due parti dette corpi prodiero ((i) Fore body — (t) Vorschiff — (f) Partie avant de la coque) e poppiero ((i) After body — (t) Achterschiff, Hinterschiff — (f) Partie arrière de la coque). Talvolta tutta una regione centrale è costituita da sezioni uguali a quella maestra; in tal caso essa rappresenta il corpo cilindrico della nave ((i) Mean body — (t) Mittelschiff — (f) Maîtresse partie). La sezione maestra capita generalmente al mezzo della nave o in

Digitized by Google

prossimità di esso. Lo Steinhaus consiglia, per i velieri, di farla cadere a 1/18 ÷ 1/15 L avanti del mezzo. Per scafi molto fini invece, e per piccole navi a forte differenza d'immersione, sarà opportuno spostarla verso poppa. Ad es. nei yacht a vela si raccomanda di sistemarla a circa 1/20 L verso poppa.

Completano il verticale le proiezioni dell'orlo, dello spigolo del bindone, se esiste, i ponti, le traccie dei piani orizzontali e verticali.

In questo piano, in dipendenza dell'accennata simmetria dello scafo, si usa rappresentare soltanto una metà della nave e precisamente il mezzo corpo poppiero alla sinistra della traccia del piano di simmetria, quello prodiero alla destra.

Le tre proiezioni del piano di costruzione fin qui descritte sono più che sufficienti a determinare rigorosamente la superficie esterna di uno scafo. Si usa però, a maggior controllo del lavoro fatto, aggiungere una serie di piani normali alle ordinate, ma obliqui rispetto al piano di simmetria.

Questi piani sono detti piani delle forme (i) Plans of diagonals — (t) Sentenebenen — (f) Plans des lisses); le loro intersezioni con la superficie esterna dello scafo vengono rappresentate in ribaltamento e le loro traccie sul verticale vengono disposte in modo alquanto arbitrario; però debbono risultare quanto più è possibile normali al maggior numero di ordinate. Anzi, a questo scopo, la stessa forma sarà generalmente ottenuta con due distinti piani, uno per il corpo prodiero, l'altro per quello poppiero, per tener conto del diverso grado di affinamento delle due estremità dello scafo e ciascuna di queste coppie di piani passerà per lo stesso punto dell'ordinata maestra. Avendo i due piani differente inclinazione rispetto al piano di simmetria, lo incontreranno ad altezze differenti dalla linea di costruzione e ciò avrà per conseguenza di rendere disuguali, anche per l'ordinata maestra, le semilarghezze della forma misurate dal piano di simmetria. Per ovviare all'inconveniente di avere nel ribaltamento delle forme una discontinuità in corrispondenza della sezione maestra, si fa subire ad uno dei due rami una traslazione in direzione normale al piano di simmetria in modo da ristabilire la continuità. Per ottener questo, basterà misurare sul verticale le semilarghezze delle forme per il corpo prodiero, anzichè dal piano di simmetria, da un punto fittizio preso in modo che le due semilarghezze per l'ordinata maestra risultino uguali.

Digitized by Google

Avremo così due gruppi di piani, l'uno per la poppa, l'altro per la prua, i cui piani si corrispondono due a due. Si usa spesso far passare i piani di ciascun gruppo per lo stesso asse parallelo al piano di simmetria. Tali assi, per quanto si è detto, dovranno risultare a diversa distanza sia dal piano di base che dal piano di simmetria e precisamente più alto e più lontano quello relativo al corpo poppiero, più basso e più vicino quello relativo al corpo prodiero.

Talvolta però, si usano piani aventi due a due la stessa traccia sul piano di simmetria: ciò accade specialmente per gli scafi minori in cui l'andamento delle linee della prua è molto simile a quello delle linee della poppa. Nel caso di navi molto larghe, quali ad es. i bastimenti fluviali, i ferryboats ed altri tipi speciali, sarà necessario scostarsi sia da un sistema che dall'altro ed in tal caso i piani di ciascun gruppo non avranno nessuna dipendenza fra loro.

Circa la scelta dei punti sull'ordinata maestra, è bene adottare, nel caso di navi in legno, i punti in cui terminano i vari scalmi che formano la costola. La forma più alta però si farà passare per un punto un poco sotto la suola affinchè sia possibile sistemare le tavole superiori della cinta senza bisogno di rimuovere la forma che serve provvisoriamente a tenere in sesto le costole. Nel caso di bastimenti a scafo metallico, per ragione analoga, si sceglieranno punti coincidenti o assai prossimi al punto di mezzo dei corsi di fasciame sopramessi, cercando di evitare che ciascuna forma esca dal rispettivo corso di fasciame: sarà possibile così sistemare i corsi sottomessi prima di togliere le forme. È bene notare però che, nella pratica di cantiere l'uso di impiegare le forme per mettere a posto le ossature è attualmente pressochè scomparso.

Se un bastimento è a differenza d'immersione, la rappresentazione della sua superficie esterna potrà essere fatta in uno dei tre sistemi seguenti:

1) il galleggiamento normale disposto parallelamente al piano coordinato orizzontale, i piani delle linee d'acqua paralleli al galleggiamento, i piani trasversali normali allo stesso;

2) la chiglia disposta parallelamente al coordinato orizzontale, i piani delle linee d'acqua paralleli al galleggiamento normale, quindi inclinati rispetto al coordinato orizzontale, le ordinate normali della chiglia;

3) la disposizione precedente per la chiglia e le ordinate ma i piani delle linee d'acqua si condurranno parallelamente

Digitized by Google

alla chiglia e risulteranno quindi obliqui al galleggiamento normale.

Il primo sistema ha l'inconveniente che le ordinate del disegno non servono al tracciamento delle costole (che si fanno col piano del garbo normale della chiglia), quindi per averle si richiede il ribaltamento delle ordinate che appaiono in proiezione sul disegno.

Il secondo dà le ordinate in vera grandezza, ma le linee d'acqua, che compaiono curve sul verticale, risultano in proiezione sull'orizzontale e non in vera grandezza.

Il terzo ha il vantaggio di fornire le ordinate e le linee d'acqua in vera grandezza, ma queste ultime non coincidono coi galleggiamenti reali, che risulterebbero in proiezione sull'orizzontale e curvi sul verticale. Se però si ha cura di far passare uno dei galleggiamenti fittizi per il baricentro del galleggiamento vero o viceversa, si potrà ritenere con approssimazione sufficiente che i volumi delle due carene che essi delimitano siano uguali (Teorema di Guldino sui solidi di rotazione).

Coefficienti di finezza. ((i) Fineness coefficients — (t) Voelligkeits grade, Schaerfegrade — (f) Rapports, Coéfficients de finesse.

È interessante considerare il rapporto fra il volume di carena e quello del parallelepipedo che ne ha le stesse dimensioni principali. Esso è rappresentato dalla relazione $\varphi = \frac{V}{L\,l\,i}$ e vien chiamato *coefficiente di finezza totale o di carena* ((i) Blockcoefficient — (t) Voelligkeitsgrad der Verdraengung, Schaerfegrad d. V. — (f) Rapport du déplacement).

Si considerano ancora:

il *coefficiente di finezza dell'area di galleggiamento* ((i) coefficient of waterplane area — (t) Voelligkeits - Schaerfegrad der Konstruktionwasserlinie — (f) rapport de la flottaison) che è il rapporto dell'area di galleggiamento a quella del rettangolo circoscritto $\varphi' = \frac{A}{L\,l}$;

il *coefficiente di finezza della sezione maestra immersa* ((i) Midship section area coefficient — (t) Voelligkeitsgrad des Hauptspantes, Schaerfegrad ds. Hs. — (f) Rapport du Maître couple) cioè il rapporto dell'area della sezione maestra immersa ancora al rettangolo circoscritto $\varphi'' = \frac{S}{l\,i}$;

Digitized by Google

il *coefficiente di finezza prismatico* ((i) prismatic coefficient of displacement — (t) Voelligkeitsgrad des Hauptspantzilinders, Zilinderskoeffizient — (f) Coéfficient de finesse prismatique)

cioè il rapporto fra il volume della carena e quello del cilindro avente per base la sezione maestra immersa e per altezza la lunghezza della nave $\varphi'' = \frac{V}{S\,L}$.

È evidente la relazione $\varphi'' = \frac{\varphi}{\varphi'}$.

Si considerano anche altri coefficienti di finezza che hanno però minor applicazione nella pratica.

Circa il coefficiente di finezza φ è da rilevare che esso è calcolato senza tener conto del fasciame esterno e delle appendici.

Esso dà un'idea approssimata delle forme dello scafo, della sua capacità e della finezza dei corpi prodiero e poppiero, approssimata perchè, evidentemente, a parità di coefficiente di finezza totale uno scafo lungo avrà forme più fini di uno corto. Un coefficiente di finezza elevato sarà quindi più facile da raggiungere con un bastimento lungo, senza per questo dar luogo a forme eccessivamente tozze.

I valori di φ variano in un campo estesissimo che va da un minimo di circa 0,11 ad un massimo di circa l'unità, passando attraverso a pressochè tutta la serie dei valori intermedi.

Per ogni scafo o meglio per ogni carena si ha una terna di valori di φ, φ' e φ'', che risultano così naturalmente associati fra loro e stanno in certo qual modo a rappresentare le caratteristiche della carena. È evidente che non tutte le carene ottenibili con le diverse possibili associazioni dei tre coefficienti possono dare in pratica risultati ugualmente buoni, appropriati cioè al tipo di scafo da progettare. Ne risulta quindi spiegata la convenienza di disporre di tabelle contenenti le migliori associazioni dei predetti coefficienti, a seconda dei diversi tipi di navi.

È bene notare però che tali tabelle vanno interpretate in senso piuttosto lato, perchè variano molto da autore ad autore e perchè sono moltissime le navi che si scostano da esse per l'associazione dei tre coefficienti, pur rispondendo ottimamente alle esigenze del loro servizio.

La seguente tabella è stata da me compilata in base ai dati desunti da molti bastimenti di recente costruzione, affinchè possa servire di norma nella scelta dei coefficienti di finezza.

Digitized by Google

TABELLA I

TIPO DI NAVE	φ VALORI		φ' VALORI		φ'' VALORI	
	LIMITI	MEDIO	LIMITI	MEDIO	LIMITI	MEDIO
MERCANTILI						
AD ELICA						
GRANDI P.FI CELERI DA PASSEG. (VEL. > 20 N.)	0,60÷0,64	0,63	0,74 ÷ 0,77	0,75	0,94÷0,965	0,95
PIROSCAFI POSTALI (VEL. 16 ÷ 20 N.)	0,65÷0,75	0,69	0,79 ÷0,84	0,80	0,94÷0,98	0,97
P.FI DA SERVIZIO MISTO, GRANDI E VELOCI	0,72÷0,75	0,735	0,80 ÷ 0,87	0,85	0,94 ÷0,98	0,96
" " " , " E LENTI	0,74 ÷0,81	0,77	0,79 ÷ 0,88	0,86	0,95÷0,99	0,98
" " " , PICCOLI E VELOCI	0,61 ÷0,65	0,63	0,75 ÷ 0,79	0,77	0,93÷0,95	0,94
" " " , " E LENTI	0,65 ÷0,78	0,75	0,78 ÷ 0,84	0,82	0,96÷0,985	0,97
PIROSCAFI DA CARICO, GRANDI	0,75÷0,82	0,78	0,80÷ 0,855	0,83	0,97÷0,99	0,98
" " , PICCOLI	0,73÷0,80	0,77	0,83 ÷ 0,90	0,87	0,94 ÷0,98	0,97
PETROLIERE	0,78÷0,83	0,79	0,82 ÷ 0,885	0,85	0,97 ÷0,985	0,98
NAVI ROMPIGHIACCIO	0,44÷0,55	0,51	0,71 ÷ 0,81	0,77	0,73 ÷0,85	0,83
NAVI POSACAVI	0,69÷0,73	0,70	0,79÷ 0,82	0,81	0,94 ÷0,97	0,96
FERRY- BOATS	0,45÷0,60	0,55	0,72÷ 0,87	0,75	0,71 ÷0,90	0,88
NAVI DA PESCA	0,48÷0,60	0,55	0,75÷ 0,82	0,78	0,77 ÷0,85	0,80
NAVI PER VIAGGI DI PIACERE	0,65 ÷0,71	0,68	0,75÷ 0,81	0,79	0,89 ÷ 0,94	0,93
NAVI PER NAVIGAZIONE COSTIERA	0,45 ÷0,65	0,54	0,60÷ 0,77	0,70	0,85 ÷0,98	0,86
RIMORCHIATORI D'ALTO MARE	0,50 ÷0,60	0,56	0,74÷ 0,81	0,75	0,79 ÷0,92	0,91
" MARINI	0,45 ÷0,65	0,50	0,72÷ 0,82	0,75	0,75 ÷ 0,95	0,83
PIRONAVI	0,40 ÷0,50	0,45	0,70÷ 0,76	0,74	0,65 ÷ 0,80	0,70
A RUOTA						
DA PASSEGGERI	0,55 ÷0,70	0,65	0,73 ÷ 0,85	0,78	0,92 ÷ 0,99	0,94
DA CARICO (FLUVIALI)	0,70 ÷0,85	0,80	0,75 ÷ 0,90	0,85	0,95 ÷ 0,995	0,99
DA RIMORCHIO (FLUVIALI)	0,80 ÷0,88	0,84	0,82 ÷ 0,94	0,89	0,98 ÷ 0,998	0,99
A VELA						
1) METALLICI, GRANDI	0,65 ÷0,72	0,69	0,82 ÷ 0,86	0,84	0,90 ÷ 0,945	0,92
" , MEDI	0,60 ÷0,65	0,63	0,78 ÷ 0,82	0,80	0,85 ÷ 0,92	0,90
" , PICCOLI	0,45 ÷0,60	0,55	0,70 ÷ 0,78	0,75	0,77 ÷ 0,90	0,86
2) IN LEGNO, GRANDI (50÷60m)	0,60 ÷0,70	0,68	0,83 ÷ 0,85	0,85	0,85 ÷ 0,90	0,89
" , MEDI (25 ÷ 50m)	0,60 ÷0,65	0,62	0,80 ÷ 0,83	0,82	0,75 ÷ 0,85	0,84
" , PICCOLI < 25 m	0,50 ÷0,60	0,54	0,75 ÷ 0,80	0,78	0,76 ÷ 0,82	0,80
3) YACHTS	0,11 ÷ 0,20	0,15	0,64 ÷ 0,78	0,73	0,17 ÷ 0,40	0,32
DI FIUME, DI LAGO O CANALE (TEUBERT)						
SEMOVENTI						
AD ELICA, DA PASSEGGERI		0,52		0,82		0,88
" , DA CARICO		0,85		0,89		0,98
" , DA RIMORCHIO		0,60		0,79		0,85
A RUOTE LATERALI, VELOCI		0,62		0,75		0,95
" " , DA RIMORCHIO		0,88		0,94		0,99
A RUOTE POSTERIORI		0,86		0,89		0,99
2) SENZA MOTO PROPRIO, DA CARICO						
DI FIUME	0,81÷0,87		0,86÷0,91		0,99	
DA FIUME E CANALE	0,88÷0,90		0,98 ÷0,99		0,92÷0,95	
DA CANALE	0,93÷0,99		0,95÷0,99		0,96÷0,99	
DA GUERRA						
CORAZZATE	0,55÷0,63	0,60	0,75 ÷ 0,81	0,77	0,85÷0,96	0,94
INCROCIATORI CORAZZATI	0,48÷0,55	0,52	0,67 ÷ 0,71	0,69	0,81÷0,95	0,90
INCROCIATORI LEGGERI	0,45÷0,50	0,49	0,64÷ 0,70	0,69	0,78÷0,87	0,83
CACCIATORPEDINIERE ED ESPLORAT.	0,50÷0,55	0,53	0,65÷ 0,72	0,70	0,82÷0,92	0,89
TORPEDINIERE	0,45÷0,52	0,48	0,70÷ 0,73	0,72	0,75÷0,84	0,78

B. I VALORI MEDI SI RIFERISCONO A NAVI DI DIMENSIONI MEDIE FRA QUELLE COMPRESE IN CIASCUNA CATEGORIA OPPURE RAPPRESENTANO I VALORI PIÙ SPESSO IMPIEGATI.

Digitized by Google

Per la buona interpretazione della suesposta tabella è bene aggiungere le seguenti considerazioni generali:

I. Come si è già osservato, i coefficienti di finezza elevati si addicono meglio (a parte altre considerazioni di indole contingente) agli scafi di maggior lunghezza.

II. Il galleggiamento pieno e la maestra fina conducono a una grande stabilità con poca capacità di stiva e sono adatti per i velieri.

III. Il galleggiamento pieno e la maestra piena danno poca stabilità e grande capacità di stiva; saranno quindi adatti alle navi adibite al trasporto di mercanzia in acque tranquille od in prossimità della costa (bastimenti da carico fluviali, lacuali, costieri).

IV. Il galleggiamento fino e la maestra piena danno poca stabilità ma capacità relativamente ancor grande: si addicono perciò al naviglio fluviale, alle navi da carico per viaggi brevi (di piccolo cabotaggio), alle navi da passeggeri.

V. Il galleggiamento fino e la maestra fina conducono a poca stabilità e poca capacità di stiva e si applicano quindi agli yachts a vela e simili scafi minori nei quali la necessaria stabilità viene raggiunta abbassando con speciali artifizii il centro di gravità (1).

Dall'esame della tabella risulta evidente la tendenza moderna di far molto piene le sezioni maestre.

La scelta dei coefficienti di finezza sarà molto agevolata dalla considerazione del rapporto $\frac{\varphi'}{\varphi' \varphi''}$ che ha i seguenti valori:

Grandi navi veloci	0,83 ÷ 0,90
Piroscafi misti grandi	0,90 ÷ 0,94
» » piccoli	0,85 ÷ 0,93
Piroscafi da carico grandi . . .	0,93 ÷ 0,97
» » » piccoli . . .	0,83 ÷ 0,94
Petroliere	0,93 ÷ 0,97
Navi da pesca	0,82 ÷ 0,87
Rimorchiatori e rompighiacci . . .	0,77 ÷ 0,88
Bastimenti per navigazione costiera .	0,80 ÷ 0,90
Piroscafi fluviali a ruota	0,94 ÷ 0,98
Velieri	0,87 ÷ 0,93

(1) Cfr. Herner-Handelsschiffe.

Digitized by Google

Navi da guerra	0,82 ÷ 0,90
Piroscafi fluviali a ruote laterali da carico	0,94 ÷ 0,98 (1)
» » » » veloci .	0,87 (valore medio)
Piroscafi fluviali a ruote laterali per rimorchio	0,93 »
Piroscafi a ruota posteriori . . .	0,98 »
Piroscafo fluviale ad elica da passeggieri	0,71 »
» » » da carico .	0,98 »
» » » per rimorchio	0,86 »
Navi da carico senza moto proprio, di fiume	0,95 ÷ 0,98
Navi da carico senza moto proprio, di fiume e canale	0,95 ÷ 0,97
Navi da carico senza moto proprio, da canale	0,98 ÷ 1,02

Rapporti tra le dimensioni principali. — Accanto ai coefficienti di finezza vanno considerati altri rapporti che hanno speciale importanza nello studio preliminare del progetto di una nave: cioè i rapporti fra le sue dimensioni principali. Essi vengono contenuti entro certi limiti che stanno ad indicare un buon proporzionamento dello scafo. I registri di classificazione nelle loro regole contemplano appunto le sole navi i cui rapporti fra alcune delle dimensioni principali non oltrepassano determinati valori. Il Registro Italiano e la British Corporation contemplano nelle loro tavole solo gli scafi il cui rapporto della lunghezza all'altezza non è maggiore di 14 e per valori del rapporto dell'altezza alla larghezza non inferiore a 0,55 e 0,5 rispettivamente. Anche il Lloyd Register non ammette valori di L maggiori di 13,5 volte l'altezza, ma contempla separatamente i casi di valori del rapporto L/a da 10 a 13,5. Il Bureau Veritas non precisa alcuna limitazione per le dimensioni principali, ma stabilisce come le dimensioni dei materiali debbano essere modificate secondo che il rapporto L/a è maggiore o minore di 12. Il Germanischer Lloyd assume come valore massimo, per le dimensioni dei materiali dati dalle tavole, $L/a = 12$; prevede però aumenti nelle dimensioni di certe parti della struttura per valori della lunghezza fino a 16 volte l'altezza. Tutti i registri consentono riduzioni nei materiali per immersioni inferiori a quelle massime consentite dalle vigenti leggi del bordo libero e per navigazioni limitate.

(1) Cfr. Teubert-Flussschiffbau.

Digitized by Google

TABELLA II

TIPO DI NAVE	$\frac{L}{1}$	$\frac{L}{a}$	$\frac{i}{1}$
I MERCANTILI			
a) AD ELICA			
GRANDI P.FI CELERI DA PASSEGGIERI	9 ÷ 10	14 , 15	0,35÷0,42
,, ,, POSTALI (VEL. 16÷20 N.)	7,8 ÷ 8,5	12 , 14	0,38÷0,48
P.FI PER SERVIZIO MISTO, GRANDI	8 ÷ 9	12 , 14	0,40÷0,50
,, ,, ,, ,, , PICCOLI	6,5 ÷ 8,5	11 , 14	0,40÷0,50
P.FI DA CARICO, GRANDI	7,5 ÷ 9	11,5 ÷ 14	0,42÷0,52
,, ,, , MEDI	7 ÷ 8	10,5 ÷ 13,5	0,39÷0,50
,, ,, , PICCOLI	6 ÷ 7,5	9 ÷ 13	0,35÷0,48
NAVI PETROLIERE, GRANDI	7 ÷ 9	12 ÷ 13	0,38÷0,50
,, ,, , PICCOLE	4,6 ÷ 7	11 ÷ 14	0,35÷0,43
NAVI ROMPIGHIACCIO	3,5 ÷ 4,5	7 ÷ 9	0,30÷0,35
NAVI POSACAVI	6,5 ÷ 7,5	12 ÷ 14	0,40÷0,47
FERRY-BOATS	5,5 ÷ 6,5	12 ÷ 15	0,25÷0,32
NAVI DA PESCA	5 ÷ 6	8,5 11	0,40÷0,50
NAVI PER VIAGGI DI PIACERE	7 ÷ 8,5	11 ÷ 13	0,30÷0,35
RIMORCHIATORI D'ALTO MARE	4,5 ÷ 6,5	7,5 ÷ 8,7	0,35÷0,47
,, MARINI, GROSSI	4,5 ÷ 5	7,5 ÷ 9	0,40÷0,45
,, ,, , PICCOLI	3,5 ÷ 4,6	6 ÷ 8,5	0,30÷0,50
NAVI POMPA (PIRONAVI)	5 ÷ 6	7,5 ÷ 8,5	0,40÷0,50
b) A RUOTA			
1) A RUOTE LATERALI			
DA PASSEGGIERI, MARINI	7 ÷ 8	19 ÷ 20	0,11 ÷0,24
,, , FLUVIALI	10 ÷ 12	25 ÷ 37	0,07 ÷0,25
DA CARICO, FLUVIALI	6,5 ÷ 9	15 ÷ 29	0,10 ÷0,30
PER RIMORCHIO, ,,	6,5 ÷ 9,5	16 ÷ 25	0,11 ÷0,35
2) A RUOTE POSTERIORI	4,5 ÷ 8	16 ÷ 34	0,10 ÷0,15
c) A VELA			
1) DI LEGNO, PICCOLI ≤ 25 m.	3 ÷ 4	6 ÷ 8	0,30÷0,35
,, , MEDI 25 ÷ 50 m.	4 ÷ 5	6,5 ÷ 8,5	0,35÷0,45
,, , GRANDI 50 ÷ 66 m.	5 ÷ 6,5	7,5 ÷ 11	0,45÷0,60
2) METALLICI, PICCOLI ≤ 35 m.	4 ÷ 5	7 ÷ 9	0,35÷0,42
,, , MEDI 35 ÷ 60 m.	5 ÷ 6,5	8,5 ÷ 10,5	0,40÷0,50
,, , GRANDI > 60 m.	6,5 ÷ 8	10 ÷ 12,5	0,45÷0,52
d) FLUVIALI, LACUALI, DA CANALE	VALORI MEDI (TEUBERT)		
1) SEMOVENTI			
A RUOTE LATERALI		COME SOPRA	
A RUOTE POSTERIORI		COME SOPRA	
A 1 ELICA, DA PASSEGGIERI	5,3	10,6	0,23
,, , DA CARICO	8,2	22,5	0,29
,, , DA RIMORCHIO	5,2	11,8	0,27
A 2 ELICHE, DA PASSEGGIERI	5,4	13,5	0,23
,, , DA CARICO	8,3	19,6	0,30
,, , DA RIMORCHIO	5,7	15,4	0,18
2) SENZA MOTO PROPRIO, DA CARICO	6,5 ÷ 9	20 ÷ 35	0,20÷0,35
II DA GUERRA			
CORAZZATE	5,5 ÷ 6,5	11 ÷ 12,6	0,30÷0,40
INCROCIATORI CORAZZATI	6 ÷ 7,5	11 ÷ 12	0,32÷0,42
INCROCIATORI LEGGERI	8 ÷ 10	10,5 ÷ 12	0,35÷0,45
CACCIATORPEDINIERE, ESPLORAT.	9,5 ÷ 10,5	14 ÷ 15	0,30÷0,35
TORPEDINIERE	9 ÷ 10,5	14 ÷ 15	0,25÷0,32

Digitized by Google

Insellatura o cavallino. — ((i) Sheer — (t) Sprung — (f) Tonture). Per insellatura o cavallino s'intende la proiezione sul piano di simmetria della linea di intersezione della superficie del ponte superiore o coperta con la murata. Detta linea è di solito concava verso l'alto ed ha il punto più basso nella parte centrale dello scafo. All'estremità di prua (cioè in corrispondenza Pp. AV) s'innalza più che a quella di poppa (cioè in corrispondenza della Pp. AD.) e le distanze dei due punti estremi dalla tangente alla curva condotta per il suo punto più basso parallelamente al galleggiamento, vengono chiamate rispettivamente insellatura o rialzamento prodiero, insellatura o rialzamento poppiero. La loro media aritmetica, per l'insellatura indicata come normale dai regolamenti, deve essere assunta $= \frac{L}{120} + 255$ mm. e va di solito ripartita in modo che l'insellatura a prua sia il doppio di quella a poppa; sarà così $r_{AV} = 340$ mm. $+ \frac{1}{90}$ L, $r_{AD} = 170$ mm. $+ \frac{1}{180}$ L. Questo valore dell'insellatura media è considerato regolamentare agli effetti della assegnazione del bordo libero dal Board of Trade, il quale prescrive anche, per l'insellatura normale, che il punto d'insellatura nulla sia sulla Pp M e che le medie delle insellature a $\frac{1}{8}$ L, a $\frac{1}{4}$ L, a $\frac{3}{8}$ L da ogni estremità siano rispettivamente il 55 %, il 26 %, il 7 % della media delle insellature d'estremità. Questo nel caso di nave a coperta rasa o avente un cassero centrale aperto a una o a tutte due le estremità. Se invece il bastimento ha un castello e un cassero poppiero, il cavallino medio va misurato a 1/8 L pp da ogni estremità ed ha il valore $\frac{L}{200} + 152$ mm., essendo in questo caso L = 6/8 della lunghezza tra le perpendicolari. Se il bastimento ha il solo castello, il cavallino medio va misurato a 1/8 L pp. dalla estremità AV e sulla pp. AD e deve essere uguale a $\frac{L}{172} + 152$ mm. essendo L = 7/8 L pp.

Si usa spesso, coll'intento di migliorare l'estetica del bastimento, di spostare il punto più basso verso poppa di circa $\frac{1}{4}$ L $\div \frac{1}{10}$ L. All'insellatura si dà di solito un andamento parabolico e per realizzare i differenti rialzamenti d'estremità

Digitized by Google

si usa fissarne il punto più basso al mezzo dello scafo e per esso, assunto come vertice, condurre 2 distinti rami di parabola, oppure, per avere un arco unico di parabola, spostarne adeguatamente il vertice.

Ricordando che l'equazione della parabola è data da $y = px^2$, fissato il valore dei due rialzamenti d'estremità, sarà facile determinare il valore del cavallino in alcuni punti inter-

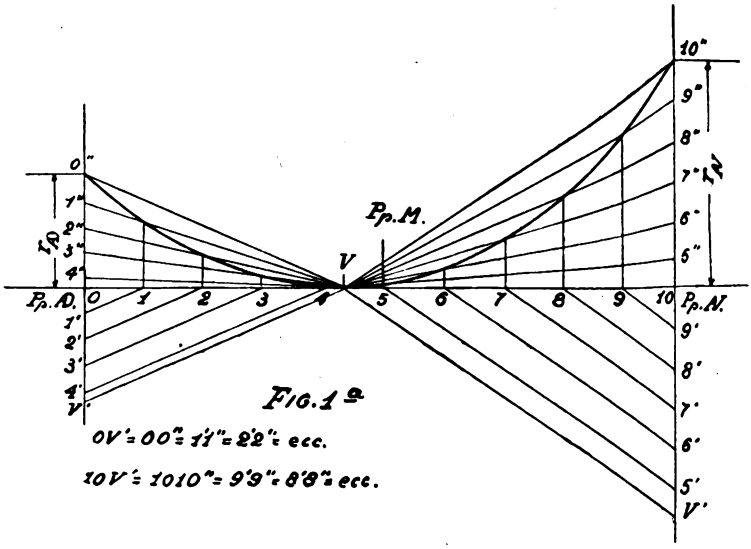


FIG. 1ª

$0V' = 00'' = 1'1'' = 2'2'' = \text{ecc.}$

$10V' = 1010'' = 9'9'' = 8'8'' = \text{ecc.}$

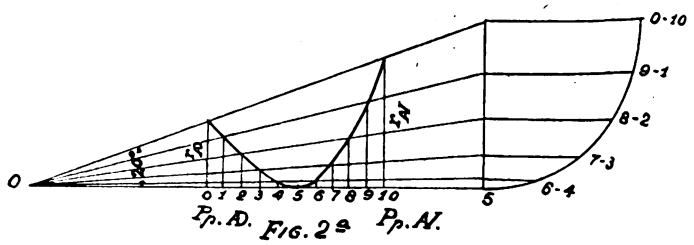


FIG. 2ª

medî. Infatti, se la curva è a 2 rami di parabola col vertice sulla Pp M, i valori del parametro p per le due parabole saranno $p_1 = \dfrac{4\, r_{AV}}{L^2\, pp}$, $p_2 = \dfrac{4\, r_{AD}}{L^2\, pp}$; quindi fissato il valore di x si calcolerà immediatamente il corrispondente y, cioè il rialzamento che compete a quella determinata distanza dal punto medio.

Digitized by Google

Se invece la curva dovrà essere tracciata con un arco unico di parabola, si dovrà determinare oltre il parametro p anche la posizione del punto più basso dell'insellatura. Si avranno cioè 2 incognite p, y che si otterranno risolvendo rispetto ad esse le 2 equazioni $r_{AV} = p\,x^2$, $r_{AD} = p\,(L_{pp} - x)^2$. Graficamente si potranno ottenere questi risultati colle costruzioni seguenti, che sono a sufficienza evidenti per non richiedere alcuna spiegazione (Fig. 1 e 2).

Se si riflette che l'insellatura ha lo scopo di aumentare il bordo libero alle estremità della nave e di migliorare l'estetica del bastimento, risultano evidenti le seguenti considerazioni:

una nave veloce avrà maggior insellatura d'una nave lenta, quindi un bastimento ad elice più di uno a ruota; una nave con soprastrutture d'estremità o con forte bordo libero (grandi navi da trasporto passeggieri) avrà di solito poca insellatura; le piccole navi avranno proporzionatamente maggior insellatura delle grandi; le navi destinate a navigazioni in acque tranquille (di fiume, di lago o canale) non avranno insellatura se non per ragione di estetica. Per ragioni dipendenti dal loro servizio non avranno in generale cavallino le navi da guerra, per facilitare la sistemazione, la manovra, il puntamento delle artiglierie; i ferry-boats per la messa a posto delle rotaie; le navi rompighiaccio.

Impianto del piano di costruzione.

La carena di una nave deve rispondere ai seguenti requisiti:

1) avere un determinato volume, il massimo compatibile con le esigenze del servizio cui la nave è destinata;

2) avere una buona stabilità a nave carica, possibilmente anche a nave scarica o in zavorra: s'intende con questo che non vi sia nè eccesso nè difetto di stabilità, difetti l'uno e l'altro che danno luogo a notevoli inconvenienti nell'esercizio del bastimento;

3) assicurare il massimo rendimento agli effetti della resistenza al moto;

4) avere forme tali da garantire buone condizioni di funzionamento del propulsore (se ne è provvista);

5) esser dotata di una buona manovrabilità.

Non potendo prendere in considerazione tutti questi elementi che ci porterebbero oltre lo scopo della presente trat-

Digitized by Google

tazione, limiteremo il problema al tracciamento del piano di costruzione di uno scafo che dovrà avere i seguenti attributi fondamentali; Volume di carena V, coordinate dei centro di carena X_c, Z_c, ascissa del centro di galleggiamento x_g, valore del raggio metacentrico trasversale r.

Si trascura il raggio metacentrico longitudinale R., perchè la conoscenza del suo valore ha un'importanza minore in un lavoro preliminare; sarà indicato però un procedimento di facile calcolo.

Si suppongono già note perchè stabilite dal calcolo ed ottenute altrimenti, le dimensioni principali dello scafo e della carena, cioè L_{max}, L_{pp} (L_g), l, a, i, (i_{AV}, i_{AD}).

Da diversi autori sono stati indicati alcuni metodi per disegnare piani di costruzioni di carene aventi prefissati attributi, ma tutti si riducono alla fedele riproduzione in diversa scala di navi tipo e non lasciano quindi alcuna libertà od iniziativa al progettista. Nè è da ritenersi che sia preferibile il metodo basato sul tracciamento del diagramma delle aree della ordinate perchè implica il tracciamento di un numero abbastanza grande di ordinate a prefissato coefficiente di finezza, richiede che queste ordinate siano tali da determinare galleggiamenti avviati (cosa questa assai difficile da realizzare) e, pur permettendo l'immediata valutazione dell'ascissa del centro di carena, non offre alcun mezzo semplice per ottenerne agevolmente l'ordinata, che ha maggior importanza agli effetti della stabilità.

Il metodo che forma oggetto del presente lavoro lascia al contrario piena libertà d'iniziativa al progettista, pur consentendogli di individuare gli attributi fondamentali della carena prima ancora di procedere al definitivo tracciamento del piano di costruzione. Esso si basa sul fondato presupposto che, per ottenere agevolmente un buon avviamento della carena, bisogna avviare le ordinate sulle linee d'acqua e non viceversa. Le ordinate, anzi soltanto alcune di esse, serviranno in un primo tempo (come si vedrà in seguito) semplicemente per sistemare convenientemente le linee d'acqua. Le ragioni di questa inversione del modo che si usa abitualmente adottare è la seguente: Innanzi tutto le linee d'acqua sono di più facile avviamento delle ordinate, perchè queste sono linee a curvatura molto accentuata, talune con uno o due punti di flesso e quindi difficili a tracciarsi con le comuni flessibili o con flessibili di elasticità tale da garantirne l'avviamento, mentre le linee d'acqua hanno

Digitized by Google

sempre un andamento regolare e possono essere tracciate agevolmente con la garanzia di un buon avviamento; in secondo luogo poche linee d'acqua sono sufficienti ad individuare per intero la forma e l'avviamento dello scafo, mentre per ottenere lo stesso risultato sono necessarie numerose ordinate. Bisogna inoltre pensare che il galleggiamento di pieno carico è una delle superfici piane più interessanti dello scafo ed è bene possederlo fin dall'inizio; infatti non solo delimita superiormente la carena, ma attraverso il suo baricentro passa l'asse di rotazione che determina i cambiamenti d'assetto e i movimenti di beccheggio della nave, e perciò la posizione di questo baricentro

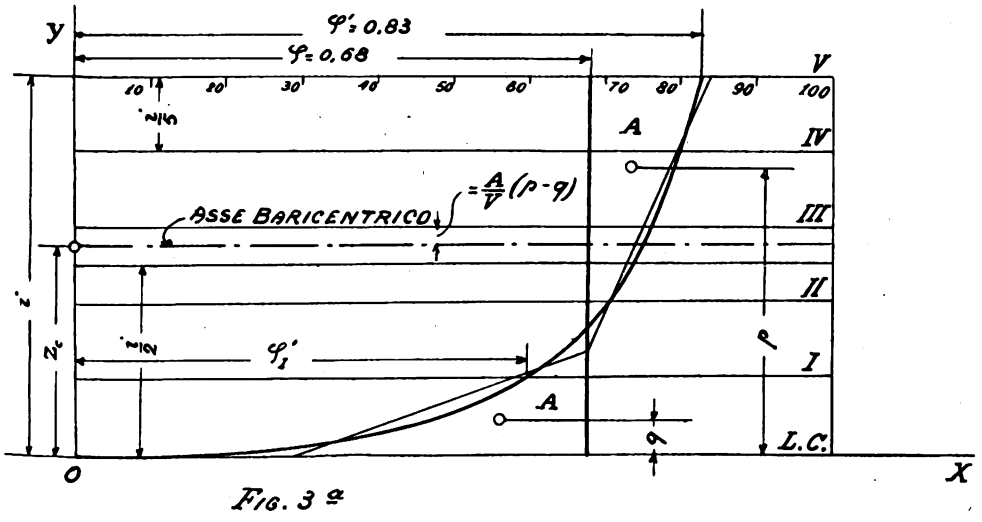


FIG. 3ª

relativamente a quella del centro di carena ha una notevole importanza sulle qualità nautiche della nave; inoltre i momenti d'inerzia del galleggiamento divisi per il volume di carena danno i valori iniziali dei raggi metacentrici trasversali e longitudinali, la cui importanza nei riguardi della stabilità è nota.

Essendo cognito il volume di carena V, fissate che siano le sue dimensioni principali L_{pp} (L_g), l, i sarà di conseguenza noto anche il valore φ del coefficiente di finezza totale.

Fissati due assi ortogonali (Fig. 3) si formi con essi un rettangolo e si divida o si supponga diviso, il lato parallelo all'asse delle ascisse in cento parti uguali. Si porti su di esso a partire dall'asse delle ordinate un segmento che rappresenti

Digitized by Google

il valore di φ espresso in parti centesimali e si conduca per il suo estremo una parallela all'asse delle ordinate. Il segmento φ potrà anche rappresentare, in conveniente scala, il prodotto φ L l, quindi, se l'altro lato del rettangolo si conviene debba rappresentare in iscala l'immersione i, il segmento condotto per l'estremo di φ limiterà un rettangolo di area uguale al volume di carena V.

Dalle tabelle di convenienti associazioni dei coefficienti di finezza rileviamo due valori di φ' e φ'' da associare a φ e portiamo il valore di φ' sul lato del rettangolo come abbiamo fatto per φ. Conduciamo ora per l'estremo di φ' una curva avviata che termini all'origine degli assi e della quale il lato condotto parallelamente all'asse delle ordinate rappresenti la retta di compenso. Tale curva potrà essere scelta per rappresentare sia la distribuzione dei coefficienti di finezza dei successivi galleggiamenti, sia le aree di essi. Ne consegue che l'area che essa limita rappresenta il volume di carena e la sua ordinata baricentrica l'ordinata Z_c del centro di carena

Circa la curva ora tracciata è necessario rilevare che non sempre essa andrà a finire all'origine degli assi, perchè potrà accadere che l'area del galleggiamento d'immersione zero non sia nulla: infatti se la nave è a differenza d'immersione, se le linee d'acqua sono condotte parallelamente al galleggiamento di pieno carico (primo e secondo metodo di rappresentazione degli scafi a differenza d'immersione), essendo il coefficiente di finezza totale valutato in base all'immersione media, il galleggiamento vero risecherà sulla carena un'area che avrà una notevole ampiezza. Anche nel caso di uno scafo a fondo piatto (Fig. 5), il galleggiamento zero avrà un certo valore diverso da zero, che per forme molto piene (come è generalmente) è piuttosto rilevante ed è rappresentato dall'area limitata ai punti di tangenza delle ordinate al piano del fondo della carena.

Se la nave è a differenza d'immersione il diagramma delle aree dei galleggiamenti dianzi descritto dovrà subire una modifica: infatti nel solo caso della rappresentazione secondo il terzo sistema, quanto si è detto vale integralmente, ma con la rappresentazione del primo e secondo sistema sarà opportuno riferirci all'immersione massima. In tal caso il valore di φ da portare sul diagramma dovrà essere modificato e cioè moltiplicato per il rapporto dell'immersione media all'immersione

Digitized by Google

massima, $\varphi \frac{i_m}{i_{max}}$. Il diagramma sarà riferito ad un nuovo asse delle ascisse ox' (Fig. 4).

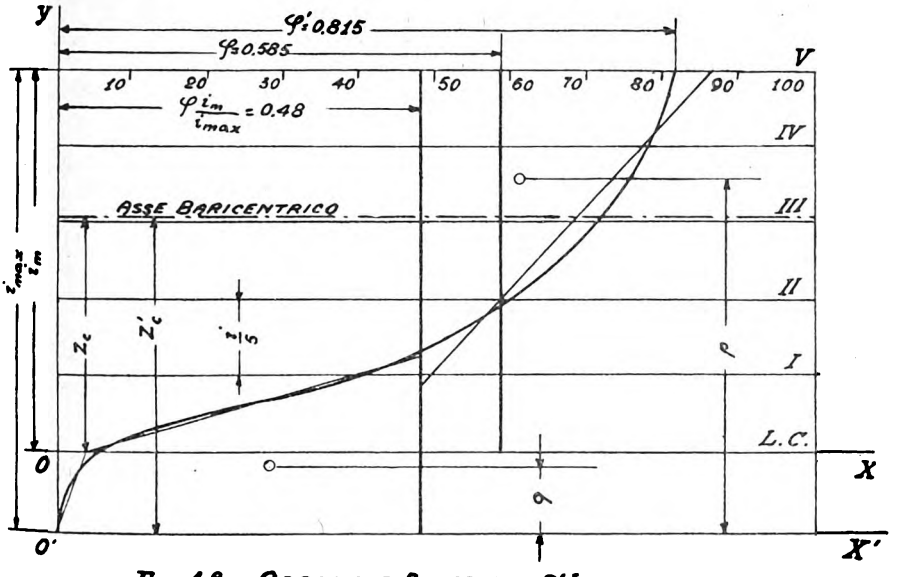
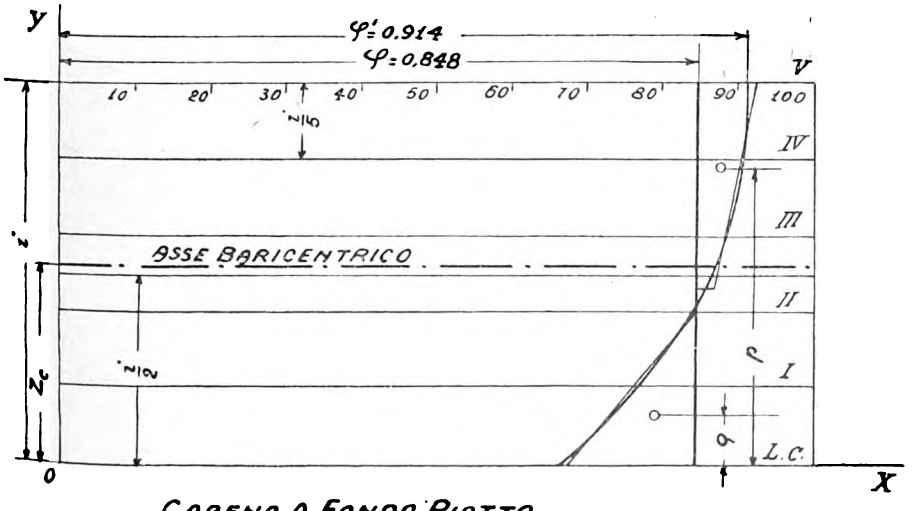


FIG. 4ª - CARENA A DIFFENZA D'IMMERSIONE



CARENA A FONDO PIATTO

FIG. 5ª

Digitized by Google

Nota. — La differenza d'immersione con maggiore immersione della poppa, migliora la capacità di manovra perchè consente una maggiore immersione e quindi una maggiore superficie immersa del timone; migliora anche il rendimento della elice. Nei velieri offre pure il vantaggio di alleggerire il corpo prodiero. La differenza d'immersione si applicherà convenientemente nei bastimenti che, mancando di un'adeguata immersione, richiedono grande facilità di manovra, ad esempio le navi da pesca, le navi da pilotaggio ed i rimorchiatori. Nelle navi ad elice, la facilità di manovra è aumentata per effetto dell'elice, quindi questo bisogno è sentito in misura minore tanto più che altri artifizi consentono di migliorare l'efficacia del timone, senza ricorrere alla differenza d'immersione. Nel caso di nave a fondo piatto la maggior immersione poppiera non è conveniente perchè l'attrito che ne consegue sulla superficie piana aumenta la resistenza al moto.

Carene a differenza d'immersione sono pure le carene tetraedriche, aventi però una maggiore immersione prodiera. In esse il galleggiamento, fino a prua e molto pieno a poppa, diminuisce la resistenza al moto e conferisce allo scafo una grande stabilità e grande facilità di manovra in acqua mossa. Esse trovano applicazioni nei motoscafi da corsa e nel naviglio silurante (1). —

Il tracciamento della curva delle aree di galleggiamento non offrirà nel complesso difficoltà notevoli e se si avrà cura di servirsi di carta millimetrata riuscirà facile condurla in modo che le due aree comprese fra di essa e la retta di compenso risultino uguali tra loro. Non sarà difficile poi, ottenere anche, con un po' di pratica e qualche tentativo, che il baricentro della figura ottenuta abbia come ordinata un valore prefissato, bene inteso purchè questo valore sia compatibile coi dati del problema ed il valore assunto per φ'.

Se si ha cura di mantenere, per il rettangolo di base, le stesse dimensioni nei diversi casi di impianto di piani di costruzione, l'occhio acquisterà una speciale attitudine a valutare le curve più adatte ai più svariati tipi di scafi e individuerà agevolmente la posizione probabile del baricentro, prima ancora di passare alla sua esatta individuazione col metodo acconcio, che potrà essere numerico, grafico o meccanico. Stabi-

(1) Cfr. HERNER, opera citata.

Digitized by Google

lita che sia questa curva e definita la posizione in altezza del centro di carena, si dividerà l'immersione in un certo numero di parti uguali e si tireranno le linee d'acqua inferiori al galleggiamento di pieno carico. Consiglio di fare questa divisione sempre nello stesso numero di parti uguali, precisamente cinque, qualunque sia la grandezza dello scafo da disegnare, non solo per avere linee d'acqua confrontabili da scafo a scafo (il che è di somma utilità specialmente per un principiante), ma anche per poter fare delle importanti induzioni sulla posizione longitudinale del centro di carena in base alla posizione dei centri di alcuni galleggiamenti opportunamente scelti, come si vedrà in seguito. Naturalmente affinchè la curva dianzi tracciata rappresenti effettivamente la successione delle aree dei galleggiamenti o, ciò che è lo stesso, i loro coefficienti e l'ordinata del centro di carena sia quella definita, sarà necessario che i galleggiamenti del piano di costruzione abbiano l'area che si ottiene dal diagramma descritto.

Passiamo perciò a tracciare il galleggiamento di pieno carico ed il galleggiamento numero uno, di cui rileviamo sul diagramma costruito il coefficiente di finezza φ_1'. Supponiamo di aver disegnato in precedenza, a parte, l'ordinata maestra con un coefficiente φ'' per la parte immersa ed il profilo longitudinale dello scafo. Si potranno rilevare così per i due galleggiamenti citati i punti estremi sul piano di simmetria e i punti di massima larghezza in corrispondenza della maestra. Costruiamo ora un rettangolo come si è fatto precedentemente, ma abbastanza lungo affinchè i galleggiamenti vi possano avere sufficiente sviluppo (Fig. 6). Dividiamo il lato più lungo in un certo numero di parti uguali, numero che corrisponderà a quello delle ordinate del piano di costruzione, il lato corto in parti centesimali e su quest'ultimo riportiamo i valori di φ' e φ_1' e tiriamo le rette di compenso. Si consiglia di adottare per le ordinate sempre il numero di venti per ottenere linee confrontabili da scafo a scafo. Riportiamo sul rettangolo nella scala opportuna i tre punti che per ciascun galleggiamento si ottengono dal profilo longitudinale dello scafo e dalla sezione maestra, essendo il lato più lungo del detto rettangolo considerato come traccia del piano di simmetria.

In generale il rettangolo non avrà nessuna relazione di proporzione con quello ottenibile mediante valori di L e l, anzi le larghezze vi saranno riprodotte in una scala di solito più

Digitized by Google

grande di quella delle lunghezze e perciò i galleggiamenti ne risulteranno normalmente contratti; ciò si fà allo scopo di avere un'area facilmente abbracciabile con l'occhio e che sia di dimensioni tali da essere contenuta nel campo d'azione di un comune planimetro. Naturalmente, essendo la scala arbitraria, lo stesso rettangolo potrà servire per un numero illimitato di scafi, facilitandone il tracciamento. Si costruiscono le due curve (avviate) di compenso passanti, ciascuna, per i tre punti che loro competono, come si è fatto per la curva dei galleggiamenti; però si avrà cura che esse abbiano l'andamento caratteristico di siffatti galleggiamenti, specialmente nei riguardi delle estre-

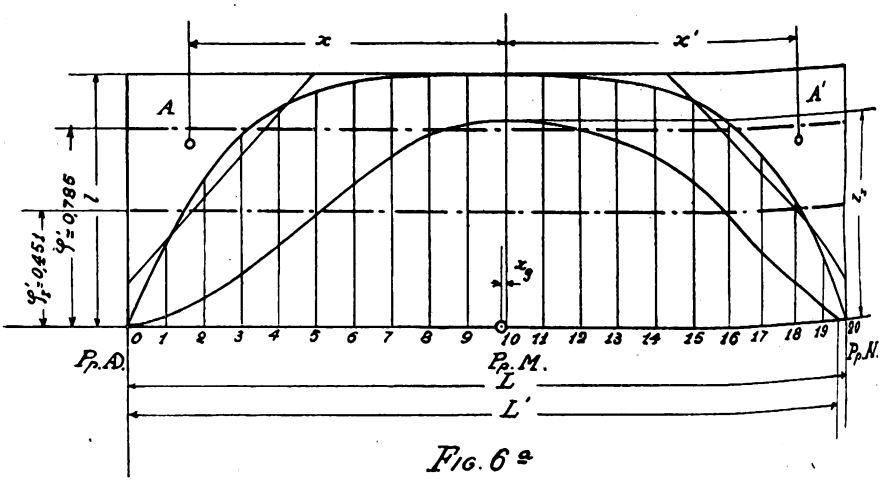


FIG. 6ª

mità e siano tali da definire delle aree che abbiano i loro centri nelle posizioni che sono consigliabili in considerazione del tipo di nave che debbono rappresentare.

Un altro elemento ancora manca a caratterizzare la carena della nave in progetto ed è la posizione longitudinale del centro di carena. La sua individuazione a questo stadio primitivo dell'impianto del piano di costruzione non è possibile in maniera sollecita col presente metodo, essendo necessarie alcune operazioni piuttosto laboriose, quali il tracciamento di altre linee d'acqua, la determinazione dei loro baricentri, il calcolo del momento statico della carena rispetto ad un piano trasversale, ecc. La sua determinazione sarebbe facile nel solo

Digitized by Google

caso che fosse nota la distribuzione delle aree delle ordinate, ma questi valori non sono ancora in nostro possesso.

Faremo perciò alcune considerazioni generali che ci permetteranno di arguire, con approssimazione sufficiente, quale potrà essere la probabile posizione longitudinale del centro di carena.

Consideriamo le traiettorie percorse dai centri di galleggiamento e di carena mentre la carena passa dal galleggiamento zero al galleggiamento normale. Le due curve avranno lo stesso punto di partenza e un andamento simile, anzi potremo affermare che la curva dei centri di carena segue gli stessi spostamenti di quella dei centri di galleggiamento ma con un certo ritardo, che si manifesta in tutti i sensi (verso prua, verso poppa, verso l'alto) e si fà naturalmente più sensibile man mano che si procede verso l'alto. La ragione di questo andamento e di questo ritardo è presto detta: se consideriamo il primo elemento infinitesimo di carena ed il corrispondente galleggiamento, i due baricentri al limite risulteranno coincidenti. Se passiamo da una carena di volume V ad un'altra di volume $V + d V$ mediante uno spostamento infinitesimo, il centro dell'elemento di carena aggiunto potrà ritenersi senza apprezzabile errore coincidente col baricentro del nuovo galleggiamento e quindi il nuovo centro di carena potrà considerarsi come il punto di applicazione della risultante di due forze parallele di intensità uguali rispettivamente ai volumi V e $d V$ applicate rispettivamente nel centro della carena V e nel baricentro del nuovo galleggiamento. Ricordiamo che il punto di applicazione della risultante di due forze parallele dirette nello stesso senso si trova internamente alla congiungente i punti d'applicazione delle componenti, dalla parte della maggiore e divide detta congiungente in parti inversamente proporzionali all'intensità delle forze; perciò il centro di carena subirà uno spostamento nella direzione del centro di galleggiamento e questo spostamento sarà tanto più sensibile quanto più è grande il volume aggiunto rispetto al valore iniziale. D'altra parte poichè il rapporto del volume aggiuntivo al volume della carena precedente va diminuendo col crescere dell'immersione, per quanto il galleggiamento aumenti, la sensibilità dello spostamento andrà man mano decrescendo. Ne risulta così spiegato quanto si è già esposto cioè la somiglianza nell'andamento delle due curve ed il ritardo sempre più sentito della traiettoria dei centri di carena.

Digitized by Google

Ne consegue che le oscillazioni del centro di carena verso prua e verso poppa saranno contenute entro le massime oscillazioni dei centri di galleggiamento; quindi poichè le due curve hanno lo stesso punto di partenza, la curva dei centri di carena sarà una curva *interna* rispetto a quella dei centri di galleggiamento. In sostanza se si conoscono le massime deviazioni verso prua e verso poppa del centro di galleggiamento, la posizione del centro di carena sarà fra di esse rappresentata da un valore intermedio.

Detto questo vediamo un po' come tali considerazioni possano tornarci utili allo scopo di individuare la coordinata X_c del centro di carena.

Conoscendo la posizione del centro di galleggiamento normale si avrà già un punto di riferimento per stabilire la posizione del centro di carena, perché detto centro di galleggiamento è normalmente il punto più a poppavia della curva, almeno in quell'intorno di punti che hanno importanza per le presenti considerazioni. In base all'osservazione di numerosi diagrammi di navi di tipo svariatissimo, si è constatato che uno dei punti più a pruavia della curva dei centri di galleggiamento è appunto il centro del galleggiamento I; quindi il centro della carena di pieno carico sarà situato fra l'uno e l'altro punto, anzi potremo dire, in base all'osservazioni fatte, che si troverà in una posizione assai prossima alla verticale condotta per il punto medio della congiungente i due centri di galleggiamento. Lo scarto nella maggior parte dei casi è piccolissimo e dell'ordine di grandezza dell'uno ÷ due per mille di L.

È bene però stabilire ben chiaro che quanto si è detto ha un valore relativo ed è applicabile soltanto con la dovuta discrezione. Infatti potrà accadere che, per speciali forme della poppa e della prua, per l'obliquità del galleggiamento rispetto alla linea di costruzione, per singolarità della carena, l'andamento delle curve si scosti alquanto dal normale e allora le considerazioni fatte dovranno essere applicate con cautela. Certamente la conoscenza del baricentro di un galleggiamento intermedio, il terzo, sarebbe decisiva per l'identificazione del centro di carena: infatti se detto punto si trovasse, ad esempio più a proravià dei due centri di galleggiamento già considerati il centro di carena si troverà alquanto spostato verso la prora rispetto la verticale del punto medio. Lo stesso dicasi se il

Digitized by Google

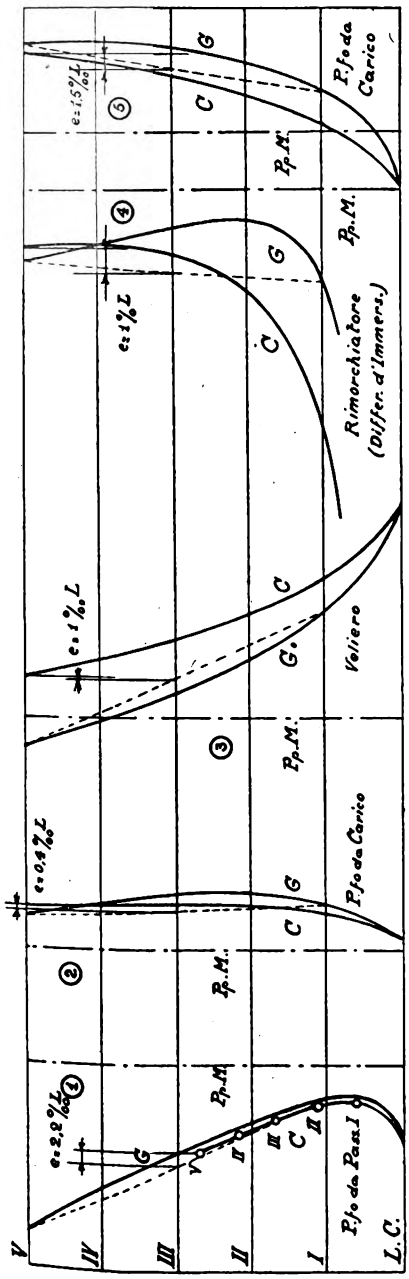


FIG. 7ª - CURVE DEI CENTRI DI CARENA (C) E DI GALLEGGIAMENTO (G)

piegamento verso poppa della curva del centro di galleggiamento è molto repentino nella parte superiore; in tal caso per effetto dell'anzidetto ritardo, che è maggiormente pronunciato per le forti immersioni, il centro di carena si troverà un po' a prua della verticale al mezzo della congiungente i centri di galleggiamento I e V.

Può darsi talvolta, eccezionalmente, che il punto più a proravia sia il centro del galleggiamento normale. Anche in questo caso però è valido quanto fu detto. Presentiamo nella figura 7 alcune forme tipiche della curva dei centri di galleggiamento.

Va considerato invece in particolar modo il caso degli scafi a differenza d'immersione. In tal caso le due curve per effetto della maggiore immersione a poppa si spostano rapidamente verso la prora anche oltre il centro del galleggiamento I per poi, magari, piegare verso poppa nuovamente a più forti immersioni. Accadrà così

Digitized by Google

che la verticale condotta per il centro di carena sia fuori della congiungente i centri di galleggiamenti I e V. Ciò, ben inteso, nei metodi di rappresentazione I e II. Nella rappresentazione con il secondo metodo, la chiglia, come si è visto, viene disposta orizzontalmente ed i galleggiamenti risultano obliqui sull'orizzontale. Ne consegue che essi riusciranno in proiezione sul piano orizzontale. Ciò però non avrà conseguenze sulla determinazione dei loro baricentri fatta sulle proiezioni orizzontali, purchè le loro ascisse dalle perpendicolare al mezzo siano portate sul longitudinale orizzontalmente. Infatti ciascun elemento d'area del galleggiamento proiezione sarà uguale al prodotto del corrispondente elemento del galleggiamento medesimo, perciò anche il momento risulterà moltiplicato per detto fattore. Con il terzo metodo invece i galleggiamenti sono paralleli alla chiglia e tutto procede normalmente. Il centro di carena determinato come si è detto non corrisponderà però alla carena reale, bensì a quella fittizia e sarà necessaria una correzione per individuare l'approssimata posizione del centro di carena per la carena reale, tenendo conto del trasferimento del volume corrispondente al menisco prodiero a quello poppiero. Come abbiamo già detto parlando della rappresentazione delle carene a differenza d'immersione, si suppone che le due carene limitate ai due galleggiamenti reale e fittizio, che hanno in comune l'asse baricentrico trasversale, abbiamo uguale volume; ciò non sarà rigorosamente vero perchè si sà che i cambiamenti d'assetto, per effetto delle forme delle estremità, hanno per conseguenza sempre un cambiamento nell'immersione media. In considerazione però della lieve inclinazione del galleggiamento normale rispetto all'orizzontale si potrà ritener valida l'ipotesi fatta. Ne verrà di conseguenza che i due volumi dei menischi d'immersione a poppa, di emersione a prora dovranno risultare uguali. Detti menischi potranno così essere considerati solidi di rotazione e validi alla applicazione del teorema di Guldino. Il loro volume sarà quindi espresso dal prodotto dell'area A, da una parte dell'asse trasversale baricentrico (asse di rotazione), per il cammino percorso dal suo baricentro. Quindi se d è la distanza del baricentro dell'asse, θ l'angolo d'inclinazione, il volume dei menischi sarà $\Delta V = \theta d A$. La distanza del baricentro del menisco ϱ dall'asse di rotazione si otterrà con la formula $\varrho = d \frac{\sin \theta}{\text{arc } \theta}$ e la potremo calcolare molto facilmente. La corre-

Digitized by Google

zione da portare alla posizione presunta del centro di carena sarà data (per l'ascisso) dalla formula $X'_c = X_c - 2\varrho \frac{\Delta V}{V}$ della quale X'_c e X_c s'intendono misurate a partire dalla verticale condotta per il baricentro del galleggiamento fittizio. Per l'ordinata la correzione sarà data invece da $Z'_c = Z_c + \varrho\, \Theta \frac{\Delta V}{V}$.

In conclusione consiglio nel primo stadio del tracciamento del piano di costruzione di servirsi dei due soli centri dei galleggiamenti I e V per stabilire la posizione approssimata del centro di carena, (ben inteso tenendo conto delle possibile cause di deviazione) per evitare la complicazione di introdurre la considerazione di un terzo galleggiamento che vada d'accordo coi due primi. In un secondo tempo, a piano di costruzione inoltrato, si potrà considerare anche un galleggiamento intermedio che servirà a definire ottimamente la curva dei centri di galleggiamento e rettificare la posizione del centro di carena.

Rimane ora da considerare un ultimo elemento caratteristico della carena: il valore del raggio metacentrico trasversale r. Come si è detto il suo valore, è dato dal quoziente del momento d'inerzia trasversale I del galleggiamento normale per il volume di carena. Sarà perciò necessario determinare il momento d'inerzia del galleggiamento quinto. Allo scopo consiglio di seguire il metodo grafico proposto dall'Ing. Codebò nel suo « Metodo rapido per i calcoli sulle carene diritte ». Bisognerà quindi disporre di una scala o abaco dei cubi delle semilarghezze, scala che si potrà ottenere, una volta per tutte, tracciando a partire dall'origine di due assi cartesiani ortogonali una retta obliqua all'asse delle ascisse in modo che l'ultimo punto di essa abbia ordinata maggiore della massima semilarghezza del galleggiamento e conducendo poscia la curva le cui ordinate rappresentano in determinata scala i cubi delle ordinate dei punti corrispondenti della retta base, intendendo per corrispondenti i punti che sono sistemati sulla stessa parallela all'asse delle ordinate.

Se si è avuto cura di tracciare il galleggiamento quinto su carta trasparente, facendolo scorrere sulla scala in modo che l'asse delle ascisse coincida sempre con la traccia del piano di simmetria, si rilevano i cubi della semilarghezze sulle rispettive ordinate fissandoli senz'altro sul disegno. Planimetrando l'area compresa tra l'asse di simmetria e la curva che

Digitized by Google

essi determinano si ottiene un valore che moltiplicato per un opportuno fattore, per tener conto delle scale, rappresenterà il momento d'inerzia desiderato.

Ci troviamo ora in possesso di tutti gli elementi che debbono caratterizzare lo scafo in progetto, il quale corrisponderà a tutti i requisiti richiesti o se ne scosterà di pochissimo se in questo lavoro preparatorio o di imbastitura avremo proceduto *cum grano salis*.

Si potrebbe perciò passare senz'altro all'esecuzione grafica del piano di costruzione, ma è bene avere prima qualche indicazione sul modo di eseguire agevolmente ed in pochissimo

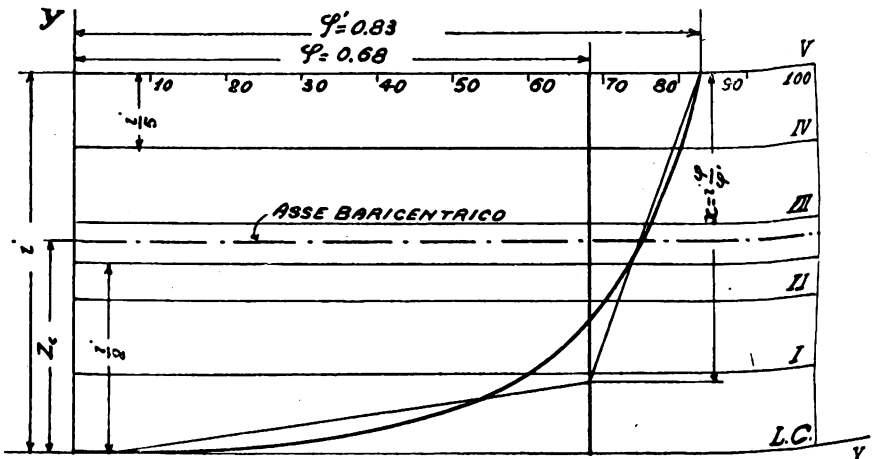


FIG. 8 a

tempo le diverse operazioni che sono necessarie al lavoro preparatorio indicato.

La costruzione della curva dei coefficienti di galleggiamento verrà molto agevolata dalla costruzione di un quadrilatero di cui un lato è uguale a i l'altro coincidente con φ' ed un vertice è sulla retta di compenso, ad una distanza x dal lato φ' data da $x = i \frac{\varphi}{\varphi'}$ (fig. 8). Si è detto che tracciato il diagramma dei coefficienti dei galleggiamenti (fig. 3), occorre determinare la quota Z_c del baricentro dell'area che detto diagramma determina. Allo scopo sarà necessario trovarne il momento statico rispetto l'asse delle ascisse. Per ottenerlo si

Digitized by Google

può procedere nel seguente modo: determinare il valore delle aree comprese fra la curva dei coefficienti di galleggiamento e la retta di compenso, aree che, come si è detto, sono uguali fra loro, ad esempio col planimetro, trovarne i rispettivi baricentri col ridurle a qualcuna delle figure geometriche semplici di cui è nota la posizione dei baricentri (ad esempio triangoli o trapezi) e misurarne le quote sull'asse delle ascisse. Siano esse p e q e sia A il valore dell'area, allora sarà $Z_c = \frac{i}{2} + \frac{A}{V}(p-q)$ essendo i e V i valori ottenuti dal diagramma. Per maggior precisione si potrà anche, sempre per via grafico-numerica, determinare i centri delle zone in cui l'area viene divisa dai successivi galleggiamenti considerandole tanti trapezî e triangoli e misurarne le distanze dall'asse delle ascisse. Il momento statico totale sarà evidentemente dato dalla somma dei momenti statici delle singole zone. Non ritengo opportuno per questo diagramma ricorrere alla via grafico-meccanica indicata dall'ing. Codebò nel suo opuscolo già citato.

Per i baricentri dei galleggiamenti I e V si procederà analogamente; in tal caso però sarà bene riferire i momenti parziali alla perpendicolare al mezzo, considerando positivi quelli da una banda di essa negativi quelli dall'altra. Si terrà anche presente che la porzione di area tratteggiata sopra la retta di compenso sarà uguale alla somma delle aree tratteggiate sotto (Fig. 9). Si potrà anche più semplicemente considerare le aree del rettangolo escluse dal galleggiamento, moltiplicarle per le rispettive distanze dei baricentri della Pp. M., fare la differenza dei prodotti e dividerla per l'area del galleggiamento. Si avrà così la distanza del centro di galleggiamento dalla mezzeria $x_g = \frac{A\,x - A'\,x'}{\text{gallegg.}}$ (fig. 6).

Per una determinazione semplice ma più rigorosa, si potrà adottare il sistema grafico-meccanico indicato dall'Ing. Codebò; se non peccasse di empirismo si potrebbe suggerire anche di determinare il centro di galleggiamento per sospensione su una punta lungo la traccia del piano di simmetria, della sagoma del galleggiamento ritagliata da un foglio di carta e piegata in 2 nel mezzo del senso poppa-prora.

Faciliterà il tracciamento del galleggiamento V la costruzione di un trapezio di area uguale al prodotto di q' per

Digitized by Google

l'area del rettangolo; il suo lato c sarà dato dalla formula $c = L\,(2\,\varphi' - 1)$ (Fig. 9).

Trovato il valore di c, si farà scorrere un segmento di tale lunghezza sul lato del rettangolo in modo che il baricentro del trapezio che ne risulta sia alla distanza x_g dalla Pp. M., che si desidera per il galleggiamento.

Lo stesso risultato si potrà più semplicemente ottenere conducendo una parallela al lato di base alla distanza $h = \dfrac{l\,(L + 2c)}{3\,(L + c)}$, portando su di essa dalla Pp. M. il valore di x_g e conducendo la mediana passante per il punto di ascissa x_g. Tale mediana determinerà sull'altra base del trapezio il punto medio di c (Fig. 9).

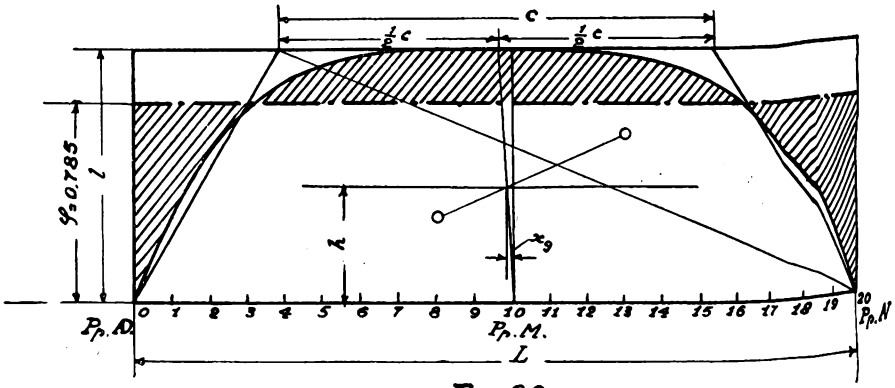


Fig. 9ª

Sarà facile tracciare il galleggiamento V in modo che i lati obliqui del trapezio siano rette parziali di compenso della curva. Si potrà ritenere, con approssimazione sufficiente, coincidenti i centri del trapezio e del galleggiamento.

La stessa costruzioae si potrà eseguire per il galleggiamento I, ma in tal caso bisognerà adottare un valore di φ'_1 corretto cioè $\varphi'_1 \dfrac{l}{l'} \dfrac{L}{L'}$ (fig. 10).

Circa il raggio metacentrico trasversale si è già visto il metodo da usarsi. Aggiungerò soltanto che il fattore da adoperare per l'interpretazione della lettura planimetrica è dato

Digitized by Google

da $\frac{2}{3}\ a\ b^3\ c\ \Theta$ in cui $a = \frac{L_r}{L_d}$, $b = \frac{l_r}{l_d}$, c è la scala dell'abaco dei cubi e Θ quello planimetrico. Per questo fattore dovrà essere moltiplicata la lettura. Gli indici r e d stanno ad indicare rispettivamente i valori reali e quelli del diagramma.

Desiderando avere anche il raggio metacentrico longitudinale R è bene ricorrere al metodo grafico-planimetrico dell'Ing. Codebò per determinare il momento d'inerzia del galleggiamento rispetto a un'asse trasversale.

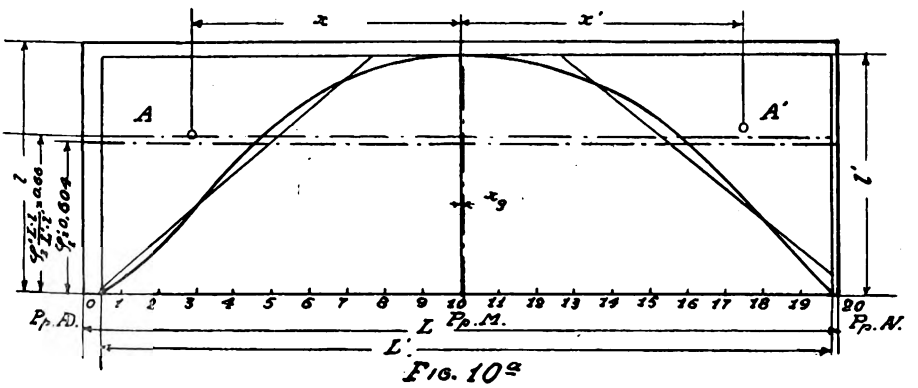


Fig. 10ª

Ha grande importanza col presente metodo conoscere quali posizioni sia conveniente assegnare ai baricentri del galleggiamento normale e della carena che esso definisce; riunisco perciò nella seguente tabella i risultati di un' accurata indagine da me fatta allo scopo, su molte navi costruite e sui dati forniti da diversi autori.

Digitized by Google

TABELLA III

TIPO DI NAVE	X_c IN %L IN AD. DALLA Pp.M.	Z_c IN % i DALLA L.C.	x_s IN %L IN AD. DALLA Pp.M.
I MERCANTILI			
GRANDI PIROSCAFI DA PASSEGGIERI	0,015 ÷ 0,000	0,54 ÷ 0,56	0,045 ÷ 0,010
PIROSCAFI MISTI, GRANDI	0,007 ÷ -0,009	0,51 ÷ 0,55	0,035 ÷ 0,000
" " , PICCOLI	0,000 ÷ -0,015	0,52 ÷ 0,56	0,010 ÷ -0,002
PIROSCAFI DA CARICO, GRANDI	0,000 ÷ -0,020	0,505 ÷ 0,53	0,010 ÷ -0,010
" " , PICCOLI	-0,004 ÷ -0,015	0,51 ÷ 0,56	0,006 ÷ -0,007
PETROLIERE	0,012 ÷ -0,005	0,51 ÷ 0,52	0,035 ÷ 0,010
NAVI ROMPIGHIACCIO	0,025 ÷ 0,007	0,55 ÷ 0,65	0,045 ÷ 0,020
NAVI POSACAVI	0,006 ÷ 0,000	0,55 ÷ 0,65	0,020 ÷ 0,010
FERRY-BOATS	0,005 ÷ 0,000	0,60 ÷ 0,65	0,020 ÷ 0,010
NAVI DA PESCA	0,025 ÷ 0,007	0,60 ÷ 0,65	0,020 ÷ 0,010
NAVI DA DIPORTO	0,018 ÷ 0,005	0,55 ÷ 0,61	0,030 ÷ 0,020
RIMORCHIATORI D'ALTO MARE	0,010 ÷ 0,003	0,56 ÷ 0,62	0,030 ÷ 0,015
" MARINI	-0,010 ÷ -0,027	0,60 ÷ 0,68	0,050 ÷ 0,030
PIRONAVI	0,010 ÷ -0,005	0,60 ÷ 0,65	0,025 ÷ 0,000
BASTIMENTI A RUOTE DA PASSEGGIERI	0,010 ÷ -0,002	0,52 ÷ 0,55	0,040 ÷ 0,010
" " DA CARICO	0,030 ÷ -0,002	0,51 ÷ 0,55	0,040 ÷ 0,000
" " DA RIMORCHIO	0,005 ÷ -0,010	0,51 ÷ 0,55	0,020 ÷ 0,000
VELIERI, METALLICI	-0,008 ÷ -0,020	0,55 ÷ 0,60	0,005 ÷ 0,003
" , DI LEGNO	0,000 ÷ -0,020	0,55 ÷ 0,65	0,005 ÷ 0,000
BASTIMENTI FLUVIALI, A RUOTA		COME SOPRA	
" " , A ELICE	0,037 ÷ 0,002	0,51 ÷ 0,60	0,060 ÷ 0,010
II DA GUERRA			
CORAZZATE	0,037 ÷ 0,010	0,54 ÷ 0,60	0,068 ÷ 0,030
GRANDI INCROCIATORI	0,037 ÷ 0,025	0,565 ÷ 0,60	0,065 ÷ 0,044
PICCOLI "	0,040 ÷ 0,020	0,59 ÷ 0,61	0,059 ÷ 0,035
TORPEDINIERE	0,032 ÷ 0,028	0,605 ÷ 0,62	0,073 ÷ 0,050

Digitized by Google

Esecuzione del piano di Costruzione.

Scala dei disegni. — Sarà opportuno adottare la stessa scala per tutte e tre le proiezioni per ottenere maggior speditezza nel trasporto delle misure da proiezione a proiezione e facilità di controllo. Si usa però talvolta, specialmente per navi molto lunghe, fare il verticale in una scala più grande di quella usata per le altre proiezioni. È un sistema che sconsiglio ai principianti di adottare, benchè renda più facile il tracciamento delle ordinate, perchè è più laborioso, è facile causa di errore e diminuisce anche la possibilità di agevole controllo. Le scale da adottare saranno generalmente quella 1/100 per le navi grandi, 1/50 per le navi piccole.

Disposizione delle proiezioni. — Oltre la comune disposizione delle proiezioni già descritta, si hanno le seguenti varianti che hanno per lo più lo scopo di risparmiare dello spazio:

a) il verticale al mezzo del longitudinale

b) l'orizzontale sul longitunale.

Quest'ultima disposizione offre il notevole vantaggio di fornire immediatamente i punti che appartengono alle longitudinali.

Strumenti. — Gli strumenti che sono indispensabili per il tracciamento del piano di costruzione sono, oltre la riga, le squadre e i compassi, le flessibili e i piombi: le flessibili sono sottili asticciuole in legno, molto elastico ed esente da difetti, talvolta a spessore uniforme e talvolta no, che vengono incurvate in modo da determinare la linea che si desidera; i piombi sono dei pesi, di piombo per le sale disegno, di ghisa per le sale di tracciamento ed hanno un beccuccio godronato che serve a tenere in posto le flessibili.

Numerazione dei piani ausiliari. — La numerazione dei piani ausiliari viene fatta di solito nel seguento modo:

le linee d'acqua con numeri crescenti dal basso in alto a partire dallo zero assegnato alla linea di costruzione; si usano di solito i numeri romani;

le ordinate con numeri crescenti a partire dalla poppa verso la prora cominciando dallo 0 assegnato alla Pp. AD. Le ordinate a poppavia della Pp. Ad. si indicano di solito con delle lettere A, B, C, ecc.;

Digitized by Google

le longitudinali con numeri crescenti a partire dal piano di simmetria verso ciascuna banda della nave; lo zero appartiene al piano di simmetria;

le forme si indicano sempre a partire dalla forma più bassa di solito con le lettere dell'alfabeto greco.

Una variante alla numerazione delle ordinate è quella di assegnare lo zero all'ordinata al mezzo della nave e numeri crescenti a partire dal mezzo sia verso la prora che verso la poppa. Da questo particolar modo trae origine il nome di Null-spant dato dai tedeschi alla sezione maestra.

Si usano abitualmente inchiostri differenti per tracciare le diverse linee del piano di costruzione. Il profilo dello scafo e le ordinate vengono fatte con inchiostro nero e tratto pieno; la linea d'acqua con inchiostro azzurro, piene quelle sotto il galleggiamento, tratteggiate quelle sopra. Le longitudinali sono fatte pure ad inchiostro nero, ma a tratto e punto; anzi sarà bene distinguerle fra loro con tratto e un punto, tratto e due punti, ecc. Le forme verranno tracciate in rosso con tratto pieno, i ponti in nero e tratteggiati.

Tracciamento del Piano di Costruzione. — Cominceremo coll'eseguire, con speciale accuratezza, il cosidetto reticolato, cioè l'insieme di tutte le rette che sono traccie dei piani che limitano od intersecano lo scafo allo scopo di darne la rappresentazione grafica. L'esattezza del tracciamento del reticolato è della massima importanza per ottenere l'avviamento delle linee e la buona corrispondenza dei punti nelle diverse proiezioni, perciò ogni meticolosità al riguardo sarà adeguatamente ricompensata nel seguito del lavoro. Speciale attenzione meritano le longitudinali che, incontrando le ordinate sul verticale sotto un angolo d'incidenza molto piccolo, conducono a differenze sensibili nei punti d'incrocio anche per spostamenti piccolissimi. Nel caso che non si disponga di righe o squadre perfette, per evitare il moltiplicarsi degli errori, sarà bene avere le seguenti precauzioni nell'eseguire il tracciamento del reticolato: tracciare le rette parallele tutte con la stessa porzione di riga o di squadra e condurre tutte le normali a una retta con lo stesso lato di una squadra orientata sempre dalla stessa parte.

Sarà anche necessario evitare qualsiasi cancellatura del reticolato, perciò può essere consigliabile o farlo direttamente ad inchiostro e disegnarvi sopra col lapis, oppure, quando si

Digitized by Google

voglia fare una brutta copia del piano di costruzione, tracciarlo sul foglio in pulito ed eseguire la brutta copia su tela o carta lucida applicata su quello; oppure ancora, come si usa fare in molti uffici tecnici, disegnare il reticolato ad inchiostro sul rovescio di un foglio di carta trasparente sul quale verrà eseguito il piano di costruzione. Come si è detto, la lunghezza fra le perpendicolari verrà divisa in 20 parti uguali per avere le ordinate. Effettivamente sarebbe bene che le ordinate del disegno coincidessero con alcune delle ordinate reali, ma ciò sarà quasi sempre impossibile ottenere con una divisione della lunghezza in parti uguali. L'immersione di pieno carico si dividerà in 5 parti uguali e si aggiungeranno sopra il galleggiamento alcune false linee d'acqua. La semilarghezza si dividerà pure in 5 parti uguali per ottenere le longitudinali, sebbene sia consigliato da alcuni autori di dividere in parti uguali non l'intera semilarghezza, bensì i tre quarti circa di essa.

Sul longitudinale si disegni il profilo completo del bastimento dopo aver opportunamente scelto il tipo di prua e di poppa che si intende adottare. Non si dimentichi di disegnare le soprastrutture complete e quelle parziali nel solo senso della lunghezza (casseri e mezzi casseri), perchè il loro fasciame esterno è la continuazione di quello della murata e quindi avviato con esso.

La linea dell'orlo verrà tracciata con le regole già date.

Si passi poi al tracciamento sull'orizzontale della proiezione dell'orlo e di quella dello spigolo del bindone che costituiscono linee caratteristiche per l'avviamento dell'estremità di poppa.

Circa il tracciamento della proiezione orizzontale dell'orlo basterà dire che è ritenuta buona regola adottare un valore della semilarghezza in corrispondenza della Pp. AD. uguale ai tre quarti di quello al mezzo. Ma questo non è tassativo perchè la curva dell'orlo a poppa varia molto da nave a nave ed è talvolta ellittica, tal'altra circolare ed io credo sia bene lasciare al riguardo piena libertà d'iniziativa al progettista. Una cosa soltanto sarà necessario rilevare, sebbene possa apparire superflua: la linea dell'orlo deve risultare normale alla traccia del piano di simmetria nel punto in cui l'attraversa, perchè in caso contrario in quel punto l'orlo avrebbe uno spigolo.

Digitized by Google

Si traccieranno poi sullo stesso piano orizzontale, dopo aver messe a posto le proiezioni orizzontali dei dritti, il galleggiamento I e V, rilevandone alcune semilarghezze (non tutte) dai grafici allestiti in precedenza, come già fu illustrato A questo scopo sarà utile servirsi di un triangolo di riduzione che si potrà ottenere portando su ciascun lato di un angolo acuto a partire dal vertice la semilarghezza massima del grafico e quella corrispondente del piano orizzontale, congiungendone gli estremi e tracciando a questa congiungente delle parallele in corrispondenza delle singole semilarghezze rilevate da riportarsi nella nuova scala. Si è detto precedentemente che questo rilievo verrà fatto solo per alcuni punti di maggior curvatura e di flesso. Ciò allo scopo di non introdurre dei punti superflui che renderebbero l'avviamento difficile anzichè avvantaggiarlo. Infatti affinchè la flessibile possa dare una linea avviata è necessario che sia lasciata libera di sistemarsi secondo il giuoco della sue sole forze elastiche interne. Si terrà naturalmente conto delle eventuali modifiche che l'avviamento rendesse necessarie rispetto alle curve preparatorie.

Sul verticale si disegnerà l'ordinata maestra di coefficiente φ'' e con le 2 proiezioni longitudinali e orizzontali dell'orlo e dello spigolo del bindone si condurranno le loro proiezioni sul verticale. Fatto questo, si scelgano alcune ordinate per ogni estremità della nave e precisamente 2 se la nave è di forme piene, 3 se è di forme fine. Consiglio di prendere la 2 e la 4 a poppa, la 16 e la 18 a prora per le navi a forme piene, la 2, la 4 e la 6 AD, la 14, la 16 e la 18 AV per le navi a forme fine, essendo la lunghezza divisa in 20 parti uguali. Di queste ordinate avremo, rilevati sull'orizzontale e dal longitudinale, 5 punti per il corpo poppiero e 4 per quello prodiero; precisamente 1 sull'orlo, 1 sullo spigolo del bindone, 1 sul galleggiamento V, 1 sul galleggiamento I e 1 sui dritti o sulla chiglia. Riteniamo questi punti sufficienti per avviare sul verticale le ordinate scelte. Tracciate che siano, si passerà ad un controllo di esse conducendo un galleggiamento intermedio, il III, in base ai punti rilevati sulle ordinate. Avremo per questo galleggiamento 7 o 9 punti; 2 sul piano di simmetria (incontro coi dritti), 4 o 6 sulle ordinate tracciate, 1 sulla maestra. Essi sono sufficienti per condurre il galleggiamento avviato; ma potrà darsi che non sia possibile sempre avviare per tutti

Digitized by Google

questi punti il galleggiamento III e in tal caso dovremo correggere qualche ordinata; ciò che faremo cercando possibilmente di rispettare i 2 galleggiamenti di base I e V. Il galleggiamento V di solito non verrà toccato se il grafico ausiliario è stato fatto con sufficiente cognizione delle forme abituali degli scafi. Bisogna però rilevare che, in ogni caso, le correzioni saranno minime. Ottenuto che sia il galleggiamento intermedio avviato, si passerà a verificare se la sua area e la posizione del suo baricentro sono conformi ai risultati del lavoro preparatorio, dopo di che lo scafo si potrà considerare ormai definito a sufficienza per poterlo completare senza ulteriori difficoltà. Si potrà tracciare, per maggioe controllo, una longitudinale intermedia, ad esempio la 2, poi si procederà senz'altro al definitivo completamento del piano di costruzione disegnando le rimanenti linee d'acqua, le ordinate, le longitudinali.

Per le ordinate assai prossime alla mezzeria della nave, non sarà sempre facile avviare bene la parte corrispondente al fondo. Sarà quindi opportuno introdurre una linea d'acqua intermedia fra il I galleggiamento e la linea di costruzione. Ma sarà molto utile anche tracciare le porzioni di longitudinali che intersecano la zona del fondo, contraendo sensibilmente la distanza fra le ordinate; in tal modo si renderanno molto evidenti gli errori che sul longitudinale del piano di costruzione non risultano sufficientemente sensibili per essere facilmente apprezzati e si potrà senz'altro farne la correzione conducendo una linea avviata per i punti che, appartenendo alle ordinate fondamentali (quelle di estremità e la maestra), dovranno di conseguenza restar fissi. Nel caso degli scafi a fondo piatto, per l'avviamento del fondo sarà opportuno tracciare la curva luogo dei punti di tangenza delle ordinate al piano del fondo.

L'avviamento delle estremità dello scafo, in conseguenza del rialzamento dovuto all'insellatura, renderà necessaria l'introduzione di qualche linea d'acqua parziale oltre le false linee d'acqua che servono all'avviamento della murata. Specialmente la volta di poppa richiede una speciale attenzione e sarà bene ricavare le ordinate servendosi delle linee d'acqua e delle longitudinali.

Restano da disegnare le forme: una volta condotte le traccie dei loro piani sul verticale, il loro tracciamento non

Digitized by Google

offrirà difficoltà alcuna. Basterà individuare i punti in cui dette traccie incontrano i dritti, riportare tali punti sul longitudinale e da questo ricavarne i corrispondenti sull'orizzontale. Si terrà presente anche che dove una forma incontra lo spigolo del bindone in quel punto essa avrà una cuspide.

Sul piano di costruzione verranno tracciate da ultimo le proiezioni delle intersezioni colla murata delle superficie dei ponti inferiori a quello principale, il quale sarà stato tracciato fin da principio in base alle regole già date relativamente al cavallino. È bene rilevare che, per effetto della stellatura delle ordinate alle estremità, il parallelismo delle linee dei ponti sul longitudinale non consentirà di ottenere rigorosamente il parallelismo delle superfici dei ponti, sicchè l'altezza di interponte andrà aumentando verso le estremità. Per mantenere l'altezza d'interponte costante sarà necessario, tracciato che sia il profilo della faccia superiore dei bagli del ponte superiore, trasportare con una sagoma parallelamente a se stesso detto profilo sino a che non si trovi alla distanza voluta dal baglio corrispondente del ponte soprastante e determinarne sull'ordinata i punti d'intersezione che poi verranno riportati sul longitudinale e sull'orizzontale.

Aggiungerò prima di finire le seguenti norme pratiche di disegno:

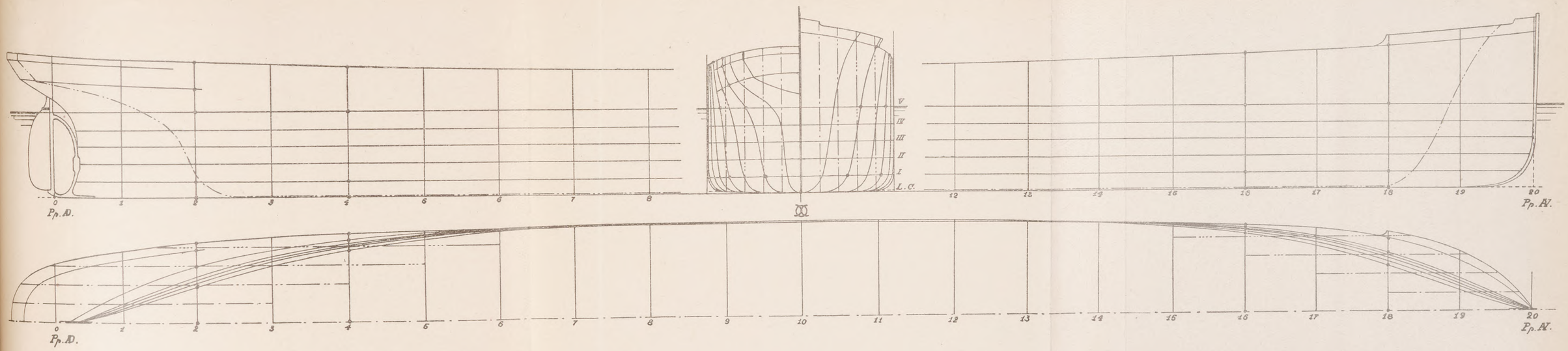
non si dovrà mai limitare il lavoro dell'imbastitura del piano di costruzione alla sola carena, qualunque sistema si adoperi, perchè potrà essere difficile in seguito avviare la parte superiore al galleggiamento col tracciato dell'opera viva;

le linee del piano di costruzione dovranno essere tracciate sempre colle flessibili anche nel lavoro preparatorio. Si crede ad alcuni di risparmiare tempo e lavoro conducendo alcune linee, specialmente le ordinate, a mano libera, ma non si fa altro che compiere un'operazione inutile;

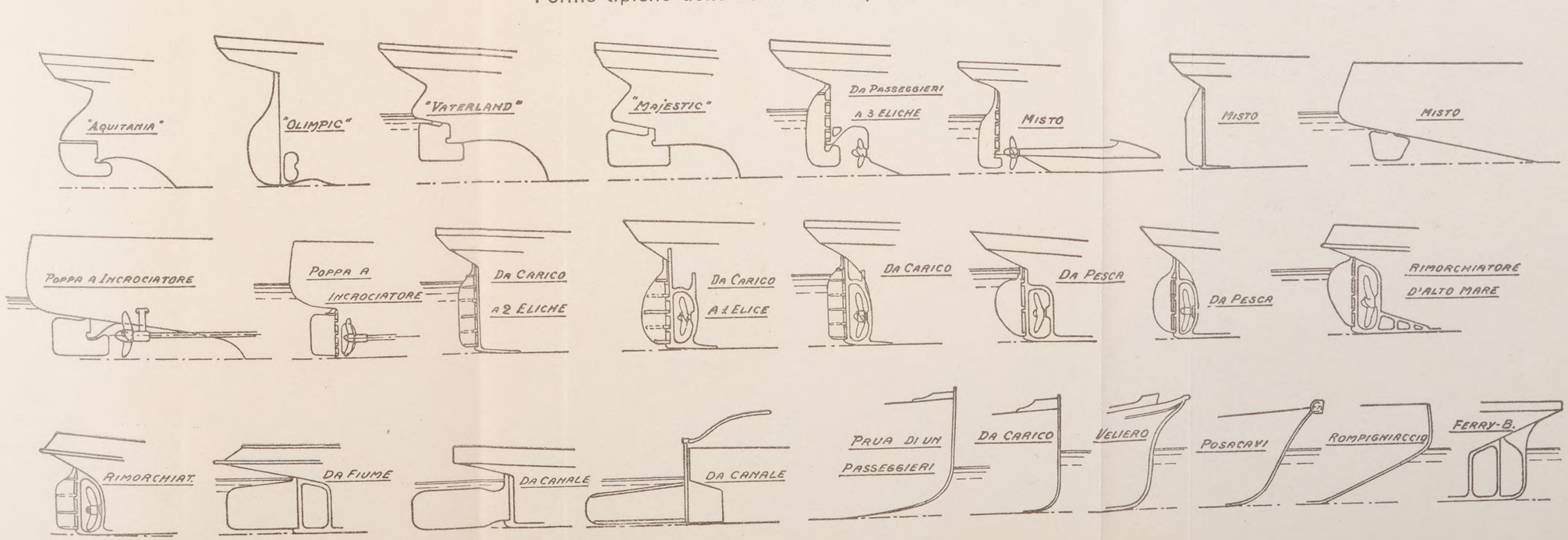
si avrà cura nel tracciare le linee curve, specialmente ad inchiostro, di farlo possibilmente sempre dal lato della convessità della flessibile. Ciò si raccomanda perchè è molto più facile mantenere la punta del tiralinee alla stessa distanza dalla flessibile; diversamente invece la punta del tiralinee avrà tendenza ad allontanarsi dalla flessibile nei punti di maggior curvatura per la difficoltà di far girare il tiralinee nella mano o di seguire con la mano l'andamento della curva;

Digitized by Google

Piano di costruzione.



Forme tipiche delle estremità di prora e di poppa.



Digitized by Google

come si è detto per tracciare linee avviate sarà opportuno servirsi di pochi punti opportunamente scelti dove vi è maggior curvatura od un flesso: si adotterà la flessibile con pochi piombi per i punti richiesti, si faciliterà la sua sistemazione dandole alcuni colpetti con le dita e solo quando sarà ben sistemata si aggiungeranno altri piombi per evitare che la pressione della mano nel tirare la linea abbia ad inflettterla. Sarà opportuno anche traguardare la linea dalle sue estremità per verificarne l'avviamento.

Qualora poi si debba tracciare una curva usando il curvilineo, sarà bene eseguire i diversi tratti di curva sempre nello stesso senso ed uno di seguito all'altro; in caso diverso sarà difficile ottenere dei raccordi perfetti.

Nella tavola che segue presento alcune forme caratteristiche delle estremità di prora e di poppa.

Digitized by Google

PROF. ARCIERO BERNINI

LA TRASMISSIONE DEL CALORE TRA FLUIDI E PARETI SECONDO LA TEORIA MODERNA.

(CONSIDERAZIONI ED ESPERIENZE PRELIMINARI)

Posizione della questione.

1. — Circa un secolo fa, i lavori analitici di Fourier ci hanno posto in grado di seguire col calcolo i fenomeni di *propagazione* del calore nell'interno di corpi solidi e di *trasmissione* fra corpi solidi e fluidi attraverso la loro superficie di contatto, perchè hanno fissato in modo univoco, in base a poche e semplici leggi elementari, la dipendenza di tali fenomeni dalla temperatura dei corpi stessi in tutti i loro punti e in tutti i tempi. Coteste leggi elementari sono notissime. Indicando con ϑ la temperatura, con t il tempo, con S l'area della superficie, con s le normali ad S e con Q la quantità di calore, si pongono per i due fenomeni di propagazione e di trasmissione le leggi:

$$dQ = k\,dS\,dt\left(\frac{\partial\vartheta}{\partial s}\right), \qquad dQ = h\,dS\,dt\,(\vartheta_2 - \vartheta_1),$$

ove k ed h dovrebbero essere coefficienti approssimativamente costanti, dei quali appunto discuteremo fra poco.

Però, in seguito a numerosi confronti sperimentali è venuto subito a risultare, come è notissimo, che, mentre i fenomeni di propagazione di calore all'interno dei corpi solidi *per sè*, (vale a dire quando intervengano da soli), sono senz'altro

Digitized by Google

rappresentati dalla teoria di Fourier, con una esattezza dell'ordine di quella che si riscontra per le ordinarie teorie fisiche, i fenomeni di trasmissione di calore attraverso superficie di contatto tra solidi e fluidi, e quindi anche i fenomeni di propagazione, quando in qualche modo dipendano da essi, sono invece rappresentati molto *inegualmente* dalla teoria stessa. Ciò avviene perchè, mentre si può considerare il coefficiente di conduttività interna k come una caratteristica della natura del corpo e dello stato del solido, dipendente da pochi e ben definiti elementi (temperatura, aggregazione molecolare, tempera ecc.), il coefficiente h di trasmissione esterna dipende evidentemente, oltre che dalle condizioni della superficie di contatto (pulitura, forma, orientamento, temperatura ecc.) anche e prevalentemente dallo *stato del fluido in vicinanza della parete* (proprietà fisiche e stato di movimento). Ora è ben noto che circa tale argomento fino a pochi anni fa non si sapeva nulla di positivo. La meccanica dei fluidi sapeva che erano inesatte le ipotesi proposte da quella di Eulero e tutte quelle avanzate nel secolo decimonono, compresa quella intermedia di Stockes; che, in mancanza di meglio, finì per esser più o meno ampiamente accolta e sviluppata in ogni trattato, quantunque essa pure conducesse a risultanze paradossali.

2. — In tali condizioni si dovette venire a opportuni temperamenti. Dal *punto di vista scientifico*, per lo studio dei fenomeni di propagazione e in particolare per la determinazione dei coefficienti di conduttività termica fu dimostrato, specialmente per opera di F. Neumann, che, quando non può esser assolutamente evitata qualsiasi trasmissione di calore all'esterno del corpo da studiare, debbano in generale venir esclusi quei metodi, che fondano le loro deduzioni sull' osservazione di stati *stazionari di temperatura*, perchè questi non dipendono mai dal coefficiente di conduttività k, ma sempre dal rapporto k/h; così che la determinazione di k verrebbe a subire direttamente l'influenza di tutta l' incertezza insita nel coefficiente di trasmissione h. Metodi basati sull' osservazione di stati variabili di temperatura possono invece venir resi quasi indipendenti da cotesto incerto influsso.

Dal *punto di vista pratico*, dato il grandissimo interesse, che presenterebbe il conoscere con sufficiente approssimazione la quantità di calore trasmesso attraverso ad una parete in

Digitized by Google

date condizioni, si moltiplicarono le esperienze per la determinazione di cotesto coefficiente h, nelle più svariate circostanze, ma i risultati ottenuti fino a pochi anni fa erano veramente poco confortanti. In vari trattati o formulari si leggono, attribuiti alle stesse condizioni, valori del coefficiente h che stanno fra di loro come 1 a 10, o anche peggio. In conseguenza si fece generalmente strada la convinzione, che il fenomeno della trasmissione del calore tra solidi e fluidi attraverso le loro superficie di contatto sia di tale complicazione e dipenda da una tale quantità di fattori differenti e difficilmente controllabili, da render pressochè impossibile la sua esatta caratterizzazione. E si procedette necessariamente con molto empirismo.

3. — Ma da poco più che un ventennio le cose sono alquanto mutate in meglio, e per quanto si sia ancor ben lungi dal poter ritenere conseguito qualche risultato completamente soddisfacente, si può oggi, con qualche fondatezza, sperare di giungervi.

Il miglioramento è essenzialmente dovuto alla più esatta comprensione, almeno qualitativa, dello stato in cui si trovano i fluidi in movimento nella vicinanza e in conseguenza delle pareti.

Sono notissimi gli studi antichi e moderni sulla resistenza, o attrito, dei fluidi nei condotti e la ammissione che ne è conseguita di due *regimi*, detti di Poiseuille e idraulico, o meglio, come oggi si dice, di moto *laminare* e di moto *turbolento* del fluido. È pure noto come il regime laminare, che si realizza in molti casi con facilità per moti non troppo veloci, per es. in tubi, e in vene fluide libere, cessi di colpo e si trasformi nel regime turbolento, quando si superi una certa velocità v, velocità che è risultata legata al coefficiente di viscosità $\varkappa$ e alla densità del fluido ϱ attraverso il cosidetto numero di Reynolds

$$R = \frac{\varrho v l}{\varkappa},$$

ove l sta a rappresentare una lunghezza, che nei vari problemi può avere significati differenti. Il regime turbolento nei vari casi si stabilisce quando R raggiunge un determinato valore. Nel caso del moto di un liquido in un tubo di sezione circolare, quando si indichi con 1 il raggio del tubo, basterà per es. che R raggiunga il valore di circa 1000 (in unità C G S), perchè

Digitized by Google

non sia più possibile il moto laminare e si abbia invece il moto turbolento. Ricordiamo ancora che, in ogni caso particolare la forma della legge della resistenza in funzione della velocità e i valori del rispettivi coefficienti si modificano *improvvisamente* quando, raggiunto il numero di Reynolds critico, si passa da un regime all' altro. Ora è evidente che in quel momento debba pure modificarsi bruscamente il regime della trasmissione del calore e il valore del rispettivo coefficiente h, che, come è noto, dipende dalla sovrapposizione degli effetti della conduzione e della convezione del calore del fluido, la quale ultima evidentemente dipende dal suo stato di turbolenza. E l' esperienza conferma pienamente cotesta previsione.

4. — Se non che, mentre ponendo nel regime turbolento la resistenza proporzionale al quadrato della velocità si vede che il coefficiente numerico della legge stessa tende rapidamente ad un valore costante, col crescere della velocità al di sopra della critica il coefficiente h continua invece a crescere col grado della turbolenza del fluido stesso, rimanendo invariate, si intende, tutte le altre condizioni (dimensioni, forma, temperatura ecc.).

Tutto ciò mostra la grave difficoltà, che attende chi voglia trattare esattamente il difficile problema della trasmissione del calore da un solido a un fluido in movimento laminare o turbolento. Malgrado ciò il problema è attualmente molto studiato, specialmente in Germania.

5. — Costituiscono la base per cotesti studi le recenti teorie sullo strato *limite* (Grenzschicht) fra il corpo solido e il fluido.

Senza entrare in troppi particolari possiamo riassumerne lo spirito come segue:

La meccanica euleriana dei fluidi, quando essi siano considerati perfetti, ossia privi di viscosità, esige solamente che il movimento avvenga per filetti fluidi, rimanendo soddisfatta per ciascuno di essi l'equazione di Bernoulli; ma notoriamente non conduce a nessuna legge per la distribuzione della loro velocità. In altri termini, qualsiasi distribuzione della corrente totale per filetti, o tubi di flusso parziali, soddisfacenti ciascuno all'equazione di Bernoulli soddisfa alle equazioni euleriane generali.

Digitized by Google

A questa deficienza della teoria classica tentò di porre riparo la considerazione della viscosità introdotta da Stockes. Secondo cotesta teoria la viscosità esercita un effetto, non solo nell' interno della massa fluida in movimento, nel senso di eliminare la lamentata arbitrarietà, ma anche sulla superficie limite fra fluido e solido nel senso di annullare su di essa qualsiasi scorrimento relativo. E così si giunge effettivamente, quando l' integrazione riesca, a soluzioni determinate. Ma, come è noto, le velocità risultanti sono ancor ben lungi dal corrispondere a quelle che in realtà si osservano. Avendo l' esperienza mostrato come la velocità, nulla alla parete, assuma già a breve distanza da essa valori assai prossimi a quelli della velocità media del fluido (fig. 1)(*), si è finalmente compresa l'op-

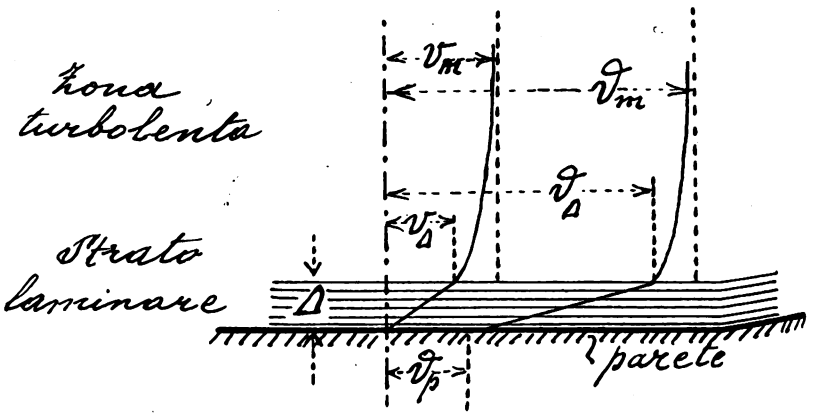


Fig. 1.

portunità di completare la teoria di Stockes mediante qualche nuova ipotesi fisica, atta a render conto di cotesta rapida variazione della velocità in vicinanza delle pareti. E si venne così alla teoria degli *strati limiti* (Grenzschichten) di Prandtl, che negli ultimi anni fu assai sviluppata, tanto nel caso del moto laminare del fluido, quanto in quello del moto turbolento, ottenendo concordanze coll' esperienza che, in un campo così ribelle, non sono certo da disprezzare.

6. — In base a coteste nuove teorie del moto dei fluidi si è pure cercato di interpretare, o almeno di coordinare, il

(*) Nella fig. 1 la normale alla parete costituita da punti e lineette fa da coordinata delle distanze, sia nel diagramma delle velocità, che in quello delle temperature.

Digitized by Google

fenomeno della trasmissione del calore. E anche qui vari risultati ottenuti, degni della maggior considerazione, inducono a ritenere che si sia finalmente fatto un passo verso la realtà. Ma, e qui entriamo proprio nel nocciolo della questione che ci interessa, è stata ripetutamente rilevata una difficoltà, che pare assai grave e quasi concettuale, sulla quale vogliamo trattenerci alquanto.

Ammettiamo dunque l'ipotesi di cotesto strato limite di fluido di spessore Δ aderente alla superficie del corpo solido (fig. 1ª), attraverso la quale avviene la maggior parte della variazione della temperatura, da quella superficiale del solido ϑ_p a quella media del fluido ϑ_f; temperatura questa che sarà evidentemente compresa tra le temperature ϑ_Δ al limite dello strato aderente e la massima ϑ_m, ove, o non si abbiano ulteriori variazioni, o si sia raggiunto un valore estremo, come per es. si verificherebbe all'asse di un tubo di sezione circolare.

Cotesta ammissone ci permette di esprimere in due maniere differenti la quantità di calore dQ che attraversa un elemento di superficie dS in un intervallo di tempo infinitesimo dt, applicando l'una o l'altra delle due leggi fondamentali assunte a base della teoria di Fourier.

Avremo:

$$dQ = k \frac{\vartheta_\Delta - \vartheta_p}{\Delta} dS\, dt\,; \quad dQ = h\,(\vartheta_f - \vartheta_p)\, dS\, dt.$$

Da queste equazioni risulta:

$$h = \frac{k}{\Delta} \frac{\vartheta_\Delta - \vartheta_p}{\vartheta_f - \vartheta_p};$$

vale a dire che il coefficiente h, oltre che dalla conduttività del fluido, dipende pure dallo spessore Δ dello strato e dalla temperatura ϑ_Δ; due elementi che alla loro volta dipendono strettmente dal grado di turbolenza del fluido. Rimane in fondo confermata e in certo modo giustificata la complicazione della dipendenza di h dai vari elementi fisici.

7. — Ma non è ciò che più ci interessa. Osserviamo invece che, quando il fluido è sufficientemente turbolento, la differenza fra ϑ_Δ e ϑ_f è assai piccola rispetto alle differenze

Digitized by Google

$\vartheta_\Delta - \vartheta_p$ e $\vartheta_f - \vartheta_p$. Possiamo perciò ritenere con una certa approssimazione che sia:

$$h = \backsim \frac{k}{\Delta}.$$

Ora pare che si verifichi in generale questo fatto: che assumendo per Δ i valori che fornisce la teoria dello strato aderente e l'esperienza conferma, e per k i valori da tempo noti con sufficiente, se non con grande esattezza, vengano sempre a risultare per h valori di gran lunga superiori a quelli che di ordinario si danno come risultanti dall'esperienza.

Ma si può porre, *in un caso particolarmente interessante*, la questione in modo da non dover ricorrere troppo direttamente al valore di Δ.

Consideriamo lo scambio termico attraverso una parete fra acqua corrente e vapore che si condensa. Il coefficiente di trasmissione totale α dipende dai due analoghi coefficienti per le trasmissioni parziali α_1 e α_2 dal vapore ad una superficie della parete e dall'altra superficie al fluido, oltre che dallo spessore della parete δ e dalla conduttività λ del materiale di cui è fatta. Si ha infatti come è notissimo:

$$[I] \qquad \alpha = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\lambda}{\delta} + \frac{1}{\alpha_2}};$$

formula, che esprimendo quasi solamente una definizione fondamentale, non può sollevare dubbi di sorta.

Or bene risulta in generale che, introducendo per α i valori quali risultano direttamente dalle esperienze su condensatori (per es. quelli di Josse), per α_2 i massimi valori trovati per la trasmissione fra parete e acqua nelle corrispondenti condizioni di temperatura e di turbolenza (per es. quelli di Nichol), e per δ e λ i loro valori usuali, si deve attribuire ad α_1, cioè al coefficiente di trasmissione fra vapore e parete, valori sempre di gran lunga superiori a quelli di α_2. In certi casi è stato rilevato che dovrebbe essere $\alpha_1 > 7\,\alpha_2$.

Ora se le teorie antiche, o meglio gli empirismi antichi, potevano considerare questo risultato con indifferenza, non è più così colle teorie moderne. Dalle due parti la parete metallica deve avere il suo corrispondente strato di acqua aderente.

Digitized by Google

Quello dalla parte del vapore è sempre costituito da acqua che scende lentamente e quindi *laminarmente*, come hanno dimostrato i noti studi di Nusselt.

Quello dalla parte dell'acqua può esser nella peggiore ipotesi esso pure laminare, ma è più probabile che sia *turbolento*, come il rimanente della corrente.

Entrambi gli strati risultano di spessori dello stesso ordine e assorbono entrambi quasi tutta la variazione della temperatura della rispettiva superficie della parete alla massa del fluido.

Non si riesce a comprendere quindi, perchè α_1 dovrebbe risultare tanto più grande di α_2, e non senz'altro *dello stesso ordine*, o eventualmente anch $\alpha_1 < \alpha_2$. Latzko in un suo pregevole lavoro sulla trasmissione di calore a fluidi turbolenti rileva appunto cotesta difficoltà come grave per la teoria degli strati aderenti; ma ritiene che l'esperienza debba ancor dire la sua ultima parola, studiando ove occorra cotesti fenomeni di trasmissione impiegando un altro fluido che non sia l'acqua, che notoriamente con facilità lascia depositi sulle pareti e le ossida, rendendo così minore la trasmissione termica e quindi il coefficiente α_2.

8. — A me è parso che una decisione preventiva delle grandi linee della questione dovesse essere anche possibile con modestissime esperienze, purchè si procedesse *conseguentemente*; e invece di paragonare risultati ottenuti da sperimentatori differenti e in differentissime condizioni, si determinasse sperimentalmente con uno stesso dispositivo e in condizioni opportune i valori della trasmissione totale, dapprima nel caso che dalle due parti della parete metallica circolasse acqua e poscia nel caso che da una delle parti circolasse vapore e ancor acqua dall'altra. L'esperienza fornirebbe così due valori α' e α'', che, posti nelle corrispondenti equazioni, ci permettono di calcolare senza difficoltà i coefficienti α_1 e α_2. Naturalmente, e questo è forse anche un elemento al quale non si è badato abbastanza, si dovrà evitare dove circola l'acqua qualsiasi deposito, ossidazione e sopratutto svolgimento di bollicine di aria, non solo ripulendo bene originariamente la parete metallica sotto acqua bollente, ma usando poi acqna distillata e bollita a lungo preventivamente.

E appunto delle preventive e semplici esperienze fatte a questo scopo renderò ora conto.

Digitized by Google

Sviluppo e risultati di questa ricerca.

10. — Per tentare una prima realizzazione del programma esposto, ho pensato di sperimentare con un dispositivo, in cui i due fluidi, separati da una parete, di superficie, spessore e conduttività termica note, si muovessero in senso contrario, e più precisamente in cui il liquido che si riscaldava procedesse dal basso in alto.

Dato che lo scopo precipuo era in fondo quello di istituire un confronto tra lo scambio di calore fra acqua e acqua una volta, e vapore e acqua l'altra, variando quanto meno era possibile le condizioni dell'esperienza per non introdurre altre incognite nel problema, cercai di dare nelle varie prove all'acqua che si riscaldava sempre la stessa temperatura media, che tenni piuttosto elevata (tra 92° e 95°), onde evitare eccessive condensazioni dalla parte opposta della parete, quando si sperimentava col vapore.

Effettivamente sarebbe stato desiderabile sperimentare impiegando una parete piana; ma per semplicità sono ricorso per queste prime prove a un tubo cilindrico di rame dello spessore di 1 millimetro e dei diametri esterno e interno di 11 e 9 millimetri rispettivamente, collocato in un tubo concentrico di diametro maggiore. Con ciò naturalmente l'equazione (I) doveva venir sostituita con quella in uso per i tubi, che notoriamente è:

$$(II) \qquad K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i D_i} + \frac{1}{2\lambda} l_e \frac{D_e}{D_i} + \frac{1}{\alpha_2 D_e}},$$

ove sono indicati con D_i e D_e i diametri esterno ed interno del tubo, con α_e e α_i i soliti coefficienti di trasmissione, attraverso la superficie esterna ed interna dal metallo al rispettivo fluido, con λ il coefficiente di conduttività termica. Si comprende che K così definito non è più il coefficiente totale α, corrispondente alla formula di trasmissione

$$Q = \alpha S (\vartheta_i - \vartheta_e) t,$$

vale a dire un coefficiente indicante la quantità di calore trasmessa, nell'unità di tempo, attraverso l'unità di area della parete considerata, quando la temperatura dei due fluidi diffe-

Digitized by Google

riscono di un grado. Esso invece rappresenta la quantità di calore trasmessa, ancora nell' unità di tempo, ma attraverso la parete dell' unità di lunghezza del tubo stesso, sempre per un grado di differenza di temperatura fra i fluidi ; quindi secondo la formola

$$(III) \qquad Q = K \pi l (\vartheta_i - \vartheta_e) t,$$

ove l indica la lunghezza del tubo e π è il solito rapporto 3,14.

Quanto alle unità impiegate esse sono quelle in uso nella pratica, e cioè il *metro*, il *chilogramma*, l' *ora* e il *grado centigrado*.

11. — Per poter sorvegliare meglio lo stato di una almeno delle superficie del tubo, attraverso cui avviene la trasmissione del calore, ho creduto bene usare come tubo esterno concentrico un tubo di vetro. Il suo diametro era di circa 25 m/m ed intorno ad esso venne applicato un rivestimento isolante, facilmente

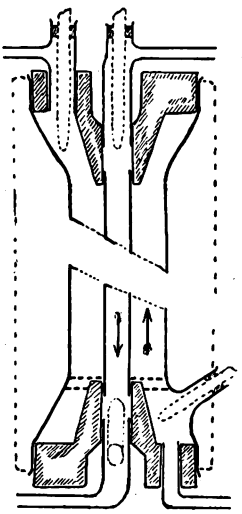


Fig. 2.

apribile. Il dispositivo, d' altronde assai ovvio, è rappresentato schematicamente nella fig. 2. Basterà ricordare che il tubo di rame principale è stato connesso a tutto il sistema per mezzo di anelli e tappi di materiali poco conduttori del calore, onde evitare il più possibile alle estremità trasmis-

Digitized by Google

sioni termiche pertubatrici per conduttività. La lunghezza effettivamente attiva del tubo era così di 30 cm. Per quanto riguarda la questione del raggiungimento o meno del regime turbolento, ricordo che esso si raggiunge facilmente quando il numero di Reynolds R superi il suo valore critico, che nel sistema di unità scelto è circa 2000. Essendo tale numero per tubi di sezione circolare di diametro D costituito dal raggruppamento

$$R = \frac{v D \varrho}{x},$$

è facile verificare che alla temperatura di circa 100°, in un tubo del diametro di 1 cm. basta dare all'acqua la velocità di 6 cm. al secondo, corrispondente ad un efflusso di circa 18 litri all'ora. L'efflusso essendo stato nella nostra esperienza sempre tra 66 e 90 litri all'ora, non vi ha alcun dubbio che all'interno del tubo di rame il regime non sia stato nettamente turbolento.

Anche nell'intercapedine tra il tubo di vetro e quello di rame sono pure stati senza dubbio raggiunti i limiti per la formazione della turbolenza. Ma in via di abbondanza e anche per uniformizzare la corrente, io ho collocato in basso, subito dopo il tubo di entrata dall'acqua, come è indicato nella figura, una coppia di diaframmi bucherellati, eminentemente atti a elevare il grado della turbolenza.

12. — Si eseguirono tre serie di prove.

Nella prima l'acqua circolava dal basso in alto nell'intercapedine fra il tubo di vetro e il tubo di rame, mentre quest'ultimo era percorso abbondantemente da vapori in senso contrario.

Nella seconda circolava ancora acqua della stessa temperatura circa e colla stessa velocità nell'intercapedine e un uguale quantità di acqua di temperatura superiore, in senso contrario, nel tubo interno.

Nella terza poi feci circolare l'acqua dal basso in alto nel tubo interno di rame, e vapore dall'alto in basso nell'intercapedine.

Indicando ancora con un unico α_1 il coefficiente di trasmissione termica del vapore alla parete metallica, che, data la grande mobilità delle molecole del vapore non sarà molto dif-

Digitized by Google

ferente sulla superficie interna concava e sull'esterna convessa, ma invece con α'_2 e α''_2 rispettivamente gli analoghi coefficienti di trasmissione dell'acqua, avremo per i coefficienti complessivi K_1, K_2, K_3 definiti dalla (II) per le tre serie di determinazioni le espressioni seguenti:

$$K_1 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1 D_i} + \frac{1}{2\lambda} l_e \frac{D_e}{D_i} + \frac{1}{\alpha_2'' D_e}};$$

$$K_2 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_2' D_i} + \frac{1}{2\lambda} l_e \frac{D_e}{D_i} + \frac{1}{\alpha_2'' D_e}},$$

$$K_3 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_2' D_i} + \frac{1}{2\lambda} l_e \frac{D_e}{D_i} + \frac{1}{\alpha_1 D_e}}.$$

Da esse, quando siano noti i valori K_1, K_2, K_3 si possono calcolare immediatamente i tre coefficienti α_1, α_2' e α_2''.

Ma i valori di K_1, K_2, K_3 si possono calcolare dalle corrispondenti equazioni analoghe alla (III), eliminando da esse le quantità di calore Q_1, Q_2, Q_3 dedotte colle tre serie delle apposite esperienze, essendo in generale la quantità di calore scambiata Q anche uguale al prodotto della quantità di acqua in Kg. per la sua variazione di temperatura (in gradi centigradi):

[V] $$Q = \text{Kg. d'acqua} \times d\vartheta.$$

13. — Tratteniamoci ora un momento su qualche particolare.

La formula (III) è effettivamente rigorosa, solo quando le due temperature ϑ_e e ϑ_i, che vi figurano, siano costanti lungo tutto il sistema di tubi. Ciò si può ritener verificato solo nell'ambiente percorso dal vapore, ma non in quello o in quelli (caso II) percorsi dall'acqua. In tal caso si deve calcolare la temperatura media di uno o dei due ambienti. Per facilitare questi calcoli, che d'altronde non presentano difficoltà concettuali, esistono apposite tabelle note a tutti i termotecnici. È di queste si è fatto uso. Il termine $\frac{1}{2\lambda} l_e \frac{D_e}{D_i}$, che interviene in tutti i denominatori delle (IV), assumendo per λ il valore medio 300, risulta uguale a 0,0007 circa, cioè trascurabile in-

Digitized by Google

nanzi agli altri termini addittivi, che sono sempre dell'ordine del centesimo. Finalmente consideriamo le possibili cause di errore dovute a perdite di calore durante l'esperienza. Esse possono esser dovute a trasmissione di calore all'esterno del tubo di vetro imperfettamente protetto dal rivestimento isolante ed a perdite per conduttività agli estremi del tubo interno. Apposite, ovvie esperienze hanno posto in evidenza, che l'acqua, che percorre l'intercapedine alla temperatura media di 95° circa, perde circa sei decimi di grado di temperatura; e che l'acqua che percorre il tubo interno non perde e non acquista sensibilmente nulla.

In complesso, per quanto, ripetiamolo, non si tratti che di una ricerca preliminare, è certo che si è in condizioni di sperimentare in modo attendibile.

14. — Ciascuna delle tre serie di esperienze venne fatta dopo aver posta ogni cura per disaereare per ebollizione l'acqua distillata che veniva impiegata e dopo aver ripulito e disaereato con strofinio sotto acqua bollente il tubo di rame, tanto internamente quanto esternamente. Differendo i valori delle singole esperienze assai poco, ne considero senz'altro le medie, che sono riassunte nella tabella seguente:

Tubo interno.

Fluido	*Vapore*	*Acqua*	*Acqua*
Quantità in Kg. ora	—	90	90
Temperatura d'entrata	—	97°,7	94°,1
» uscita	—	94°,5	96°,9
Differenza	—	3°,2	2°,8
Temperatura media	100°,4	96°,3	95°,65

Intercapedine.

Fluido	*Acqua*	*Acqua*	*Vapore*
Quantità in Kg. ora	66	90	—
Temperatura d'entrata	89°,5	89°,9	—
» d'uscita	95°,4	92°,5	—
Differenza	5°,9	2°,6	—
» corretta	6°,5	3°,2	—
Temperatura media	92°,8	91°,0	100°,5
$\vartheta_i - \vartheta_e$	7°,6	5°,3	4°,85
	$K_1 = 60,5$	$K_2 = 58$	$K_3 = 56$

Digitized by Google

Questi valori delle K_1, K_2, K_3, introdotti nelle equazioni IV, forniscono i seguenti valori per i coefficienti di trasmissione termica:

$$\alpha_1 = 11700, \quad \alpha_2' = 11050, \quad \alpha_2'' = 13000;$$

ossia valori sensibilmente *dallo stesso ordine di grandezza.*

15. — Dati questi risultati così differenti da quanto ordinariamente è esposto in trattati e tabelle, benchè la semplicità del procedimento usato non lasciasse adito al dubbio di qualche svista o errore sistematico, ho creduto opportuno fare collo stesso dispositivo una verifica di controllo.

Ho quindi ripetute le esperienze con acqua non disaereata, con un secondo tubo di rame identico al primo senza speciali puliture, non che ancora col primo tubo rimasto qualche tempo in contatto dell'aria.

Si sono immediatamente trovati per i coefficienti α_2 valori minori della metà, e di due terzi dei precedenti; ciò che porta a valori (calcolati) per il coefficiente α_1 dell'ordine di 25.000 e 35.000, come appunto avevano trovato altri sperimentatori e come ricorda Latzko nella memoria citata. Contemporaneamente, guardando ad occhio nudo o con lente attraverso la parete di vetro del tubo esterno, si è osservato, oltre che uno svolgimento di grosse bolle dalla parete metallica, che finivano poi a lungo andare collo staccarsi e seguire l'acqua ascendente, anche la formazione di una grandissima quantità di altre piccolissime, che rimanevano in permanenza aderenti al tubo di rame, rivestendolo si può dire completamente. Questo fatto, che non si verifica operando colle precauzioni sopra descritte, è più che *sufficiente* per render conto delle differenze fra questi ultimi ed i primi risultati.

Non vi ha quindi dubbio che in massima la questione non sia risolta in senso favorevole alle nuove teorie della meccanica dei fluidi, che tiene conto degli strati aderenti.

Conclusione.

16. — Dal complesso delle esposte esperienze e considerazioni risulta evidente, che i coefficienti α, forniti da misure fatte su scala industriale mediante condensatori e altri grandi apparecchi, sono enormemente influenzati dalla presenza sulla

Digitized by Google

parete di depositi calcarei, di ossidi, ma sopra tutto di bollicine di aria.

Essi possono quindi avere un valore pratico, dato che in pratica ci si trova sempre più o meno in tali condizioni, ma non possono affatto essere invocati pro o contro una teoria, che faccia astrazione da tali cause perturbatrici.

Quando tali cause vengono eliminate, pare ormai fuori dubbio che, *in accordo colla moderna teoria degli strati aderenti di fluido, i coefficienti di trasmissione del calore tra vapore e una parete e tra acqua e la stessa parete siano grandezze dello stesso ordine.*

OPERE CONSULTATE.

KARMAN. — Ueber laminare und turbulente Reibung.

LATZKO. — Wärmeübergang an einem turbulentem Flussigkeits — oder Gasstrom; Zeitschrift fur Angew. Mathematik und Mechanick. Band I, Heft IV, 1921.

GRÖBER. — Einführung in die Lehre von der Wärmeübertragung — Berlin 1926.

Digitized by Google

PROF. FRANCESCO SBRANA

SOPRA UNA CLASSE DI MOTI VORTICOSI PERMANENTI

1. La lettura di una Nota del prof. B. Segre, dove si considera il moto di un fluido incomprimibile, in cui una famiglia di superficie di corrente è costituita da sfere concentriche, mentre le linee vorticose procedono secondo i raggi uscenti dal centro comune a tutte queste sfere (*), mi suggerì di ricercare sótto quali condizioni può aver luogo un tal moto. Dovetti riconoscere che questo moto è possibile solo se le forze sollecitanti gli elementi fluidi non sono conservative. Riuscii insieme a caratterizzare i moti di un fluido perfetto, incomprimibile, soggetto a forze di massa conservative, nei quali le linee vorticose sono traiettorie ortogonali di una famiglia di superficie di corrente. Successivamente il prof. Levi-Civita mi fece gentilmente osservare che una ricerca simile era stata fatta dal prof. Viterbi, in una Nota, col titolo della presente, pubblicata negli Atti del R. Istituto Veneto di Scienze e Lettere (**). In questa Nota, il Viterbi, servendosi del calcolo differenziale assoluto di Ricci e Levi-Civita, determina quei moti permanenti di un fluido perfetto, incomprimibile, (sempre soggetto a forze di massa conservative), nei quali le linee di corrente formano una congruenza normale, e le linee vorticose costituiscono un'altra congruenza normale.

(*) *Sul moto sferico vorticoso di un fluido incompressibile*, Annali di Matem., 1924, pp. 31-55.

(**) Tomo LXI, pp. 449-464; Tomo LXII, pp. 175-176.

Digitized by Google

Non è difficile riconoscere che il problema da me posto si identifica con quello del Viterbi. Basta pensare che se si indica con $\bar{v}$ la velocità di un elemento fluido, con $\bar{\omega}$ il vortice, (il doppio della velocità di rotazione dell'elemento), cioè si pone

$$\bar{\omega} = \text{rot}\,\bar{v},$$

quando le linee vorticose sono normali ad una famiglia di superficie di corrente, si ha

$$\bar{\omega} \times \bar{v} = 0, \tag{1}$$

e quindi

$$\bar{v} = \lambda \,\text{grad}\,\varphi, \tag{2}$$

con λ e φ funzioni opportune del *posto*; perciò anche le linee di corrente formano una congruenza normale. Viceversa, se è verificata quest'ultima condizione, si può assumere $\bar{v}$ sotto la forma (2), e allora sussiste la (1). Se poi anche le linee vorticose costituiscono una congruenza normale, necessariamente esse sono normali ad una famiglia di superficie, lungo le quali avviene il moto.

I due problemi sono dunque identici. Mi sembra tuttavia che possa presentare un certo interesse, almeno per la sua semplicità, il procedimento da me seguito, con cui si ritrova che si possono avere due soli tipi di moti, nelle condizioni specificate sopra; *il moto simmetrico rispetto ad un asse,* che avviene secondo i piani meridiani, (e, come caso limite, il moto *piano*), *e quello in cui le linee di corrente sono rette parallele, lungo le quali è costante la velocità del fluido,* mentre in generale essa varia da retta a retta.

2. Ricordiamo anzitutto le equazioni indefinite del moto,

$$\left.\begin{aligned} \bar{\omega} \wedge \bar{v} &= \text{grad}\left[\text{U} - \frac{1}{2}\bar{v}^2 - \int \frac{dp}{\mu}\right], \\ \text{div}\,\bar{v} &= 0, \end{aligned}\right\} \tag{3}$$

dove U è la funzione delle forze unitaria, p la pressione, μ la densità.

Dalla prima delle (3) segue

$$\text{rot}\,(\bar{\omega} \wedge \bar{v}) = 0. \tag{4}$$

Riferendo ora i punti dello spazio ad un sistema di coordinate curvilinee ortogonali x_1, x_2, x_3, indichiamo con v_1, v_2, v_3

Digitized by Google

le componenti di $\bar{\nu}$ secondo le linee coordinate, con $\omega_1, \omega_2, \omega_3$, le analoghe componenti di $\bar{\omega}$. Posto, per il quadrato dell'elemento lineare dello spazio,

$$ds^2 = H_1^2\, dx_1^2 + H_2^2\, dx_2^2 + H_3^2\, dx_3^2, \tag{5}$$

la seconda delle (3) ci dà

$$\frac{\partial}{\partial x_1}(H_2 H_3 \nu_1) + \frac{\partial}{\partial x_2}(H_3 H_1 \nu_2) + \frac{\partial}{\partial x_3}(H_1 H_2 \nu_3) = 0. \tag{6}$$

Si ha poi (*)

$$\left\{\begin{aligned} H_2 H_3 \omega_1 &= \frac{\partial}{\partial x_2}(H_3 \nu_3) - \frac{\partial}{\partial x_3}(H_2 \nu_2), \\ H_3 H_1 \omega_2 &= \frac{\partial}{\partial x_3}(H_1 \nu_1) - \frac{\partial}{\partial x_1}(H_3 \nu_3), \\ H_1 H_2 \omega_3 &= \frac{\partial}{\partial x_1}(H_2 \nu_2) - \frac{\partial}{\partial x_2}(H_1 \nu_1). \end{aligned}\right. \tag{7}$$

Se le linee di corrente coincidono con le x_1, le linee vorticose con le x_3, si ha

$$\nu_2 = \nu_3 = 0, \quad \omega_1 = \omega_2 = 0; \tag{8}$$

e quindi, dalle (6), (7), posto

$$\omega_3 = \omega, \nu_1 = \nu,$$

$$\frac{\partial}{\partial x_1}(H_2 H_3 \nu) = 0, \tag{9}$$

$$\frac{\partial}{\partial x_3}(H_1 \nu) = 0, \tag{10}$$

$$H_1 H_2 \omega = -\frac{\partial}{\partial x_2}(H_1 \nu). \tag{11}$$

Poniamo ancora per brevità,

$$\bar{\Omega} = \bar{\omega} \wedge \bar{\nu}, \quad \bar{\Lambda} = \text{rot}\, \bar{\Omega}.$$

Per le componenti di $\bar{\Omega}$ secondo le linee coordinate, troviamo

$$\Omega_1 = \Omega_3 = 0, \quad \Omega_2 = \nu\omega;$$

(*) Cfr. p. es., [anche per la (6)], RIEMANN-WEBER, *Part. diff. gleich. der math. Physik*, Ier Bd., 1919, pp. 226-227.

Digitized by Google

e quindi, con opportuno uso delle (7),

$$H_2 H_3 \Lambda_1 = -\frac{\partial}{\partial x_3}(H_2 \nu\omega),\ \Lambda_3 = 0,\ H_1 H_2 \Lambda_3 = \frac{\partial}{\partial x_1}(H_2 \nu\omega).$$

Conseguentemente, dalla (4), segue che il prodotto $H_2 \nu\omega$ non dipende nè da x_1, nè da x_3. Indicheremo questo prodotto con $f(x_2)$.

Notiamo ora che, per le (10), (11), il prodotto $H_1 H_2 \omega$ risulta indipendente da x_3. La stessa circostanza si deve dunque verificare per il rapporto

$$\frac{H_2 \nu\omega}{H_1 H_2 \omega} = \frac{\nu}{H_1}.$$

Tenendo ancora presente la (10), si trova che *H_1 e ν non dipendono da* x_3.

3. Per determinare la speciale forma che devono assumere, in queste condizioni, i coefficienti del quadrato dell'elemento lineare, ci serviremo delle note equazioni di Lamè per i sistemi tripli ortogonali, che qui riportiamo:

$$(12)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial^2 H_1}{\partial x_2 \partial x_3} = \dfrac{1}{H_2}\dfrac{\partial H_2}{\partial x_3}\dfrac{\partial H_1}{\partial x_2} + \dfrac{1}{H_3}\dfrac{\partial H_3}{\partial x_2}\dfrac{\partial H_1}{\partial x_3}, \\ \dfrac{\partial^2 H_2}{\partial x_3 \partial x_1} = \dfrac{1}{H_3}\dfrac{\partial H_3}{\partial x_1}\dfrac{\partial H_2}{\partial x_3} + \dfrac{1}{H_1}\dfrac{\partial H_1}{\partial x_3}\dfrac{\partial H_2}{\partial x_1}, \\ \dfrac{\partial^2 H_3}{\partial x_1 \partial x_2} = \dfrac{1}{H_1}\dfrac{\partial H_1}{\partial x_2}\dfrac{\partial H_3}{\partial x_1} + \dfrac{1}{H_2}\dfrac{\partial H_1}{\partial x_3}\dfrac{\partial H_3}{\partial x_2}; \end{cases}$$

$$(13)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial}{\partial x_1}\left(\dfrac{1}{H_1}\dfrac{\partial H_2}{\partial x_1}\right) + \dfrac{\partial}{\partial x_2}\left(\dfrac{1}{H_2}\dfrac{\partial H_1}{\partial x_2}\right) + \dfrac{1}{H_3^2}\dfrac{\partial H_1}{\partial x_3}\dfrac{\partial H_2}{\partial x_3} = 0, \\ \dfrac{\partial}{\partial x_2}\left(\dfrac{1}{H_2}\dfrac{\partial H_3}{\partial x_2}\right) + \dfrac{\partial}{\partial x_3}\left(\dfrac{1}{H_3}\dfrac{\partial H_2}{\partial x_3}\right) + \dfrac{1}{H_1^2}\dfrac{\partial H_2}{\partial x_1}\dfrac{\partial H_3}{\partial x_1} = 0, \\ \dfrac{\partial}{\partial x_3}\left(\dfrac{1}{H_3}\dfrac{\partial H_1}{\partial x_3}\right) + \dfrac{\partial}{\partial x_1}\left(\dfrac{1}{H_1}\dfrac{\partial H_3}{\partial x_1}\right) + \dfrac{1}{H_2^2}\dfrac{\partial H_3}{\partial x_2}\dfrac{\partial H_1}{\partial x_2} = 0\ (*). \end{cases}$$

(*) Cfr. L. Bianchi, *Lezioni di Geometria differenziale*, 2ª ediz., II Vol., pp. 478-479.

Digitized by Google

Dalla prima delle (12), per essere H_1 indipendente da x_3, segue

$$\frac{\partial H_2}{\partial x_3}\frac{\partial H_1}{\partial x_2} = 0. \tag{14}$$

Supporremo dapprima

$$\frac{\partial H_1}{\partial x_2} = 0.$$

Dovendo allora H_1 essere funzione solo di x_1, potremo addirittura supporre, (esprimendo, ove occorra, x_1 in funzione di una opportuna nuova variabile indipendente),

$$H_1 = 1.$$

La prima e la terza delle (13) ci dànno quindi

$$\frac{\partial^2 H_2}{\partial x_1^2} = 0 \quad , \quad \frac{\partial^2 H_3}{\partial x_1^2} = 0;$$

e si potrà porre

$$H_2 = h\,(M\,x_1 + 1),\ H_3 = k\,(N\,x_1 + 1), \tag{15}$$

con h, k, M, N funzioni (solo) di x_2 e x_3. Le (15), com'è noto, ci dicono che le superficie $x_1 =$ costante sono *parallele*, essendo M, N le curvature principali nel punto (x_2, x_3) della superfice $x_1 = 0$ (*).

Osserviamo ora che la (11) ci dà

$$H_2\,\omega = -\frac{\partial \nu}{\partial x_2};$$

e perciò, avendosi

$$H_2\,\nu\,\omega = f(x_2),$$

e ricordando che ν non deve contenere x_3, otteniamo

$$\nu^2 = F_1(x_1) + F_2(x_2).$$

D'altra parte, per la (9), possiamo porre

$$H_2\,H_3\,\nu = \varphi(x_2, x_3),$$

(*) Cfr., p. es., DARBOUX, *Leçons sur la théorie génerale des surfaces*, 1914, I, p. 333.

Digitized by Google

ovvero

$$h\,k\,(\mathrm{M}\,x_1 + 1)\,(\mathrm{N}\,x_1 + 1) = \pm\,\frac{\varphi\,(x_2,\,x_3)}{\sqrt{\mathrm{F}_1\,(x_1) + \mathrm{F}_2\,(x_2)}},$$

e dovendo essere x_1 indipendente da x_2 e x_3, si trova

$$\mathrm{M} = \mathrm{N} = 0,\ \mathrm{F}_1\,(x_1) = 0, \tag{16}$$

$$\nu^2 = \mathrm{F}_2\,(x_2). \tag{17}$$

Dalla prima delle (16) segue che le superficie (x_1) sono piani (paralleli). Per conseguenza, *le linee di corrente sono rette, lungo ciascuna delle quali*, secondo la (17), *la velocità è costante.*

4. Siamo pervenuti a questa conclusione supponendo nullo il secondo fattore, nel 1° membro della (14). Rimane da vedere che cosa avviene quando sia, invece,

$$\frac{\partial\,\mathrm{H}_2}{\partial\,x_3} = 0.$$

Ricordiamo che è pure

$$\frac{\partial\,\mathrm{H}_1}{\partial\,x_3} = 0.$$

Da queste condizioni discende che le due curvature principali delle superficie $x_3 =$ cost. sono nulle (*), perciò le superficie stesse debbono costituire una famiglia di piani. Le linee vorticose sono traiettorie ortogonali di questa famiglia. È noto come tali traiettorie si possano determinare per mezzo di quadrature, quando sia fissato lo spigolo di regresso Γ dell'inviluppo dei piani. Ricordiamo (**) che se si indicano con $x_0,\ y_0,\ z_0$, le coordinate cartesiane di un punto generico O di Γ, e se si suppongono espresse per mezzo dell'arco s della curva stessa, (contato a partire da un'origine fissata ad arbitrio), le coordinate di un punto appartenente al piano osculatore sono date da

$$x = x_0 + l\,\alpha + m\,\xi,\quad y = y_0 + l\,\beta + m\,\eta,\quad z = z_0 + l\,\gamma + n\,\zeta,$$

(*) Cfr. L. Bianchi, loco cit., II vol., p. 482, (7).

(**) Bianchi, l. cit., I, p. 38 e seguenti. In ciò che segue abbiamo leggermente alterato le notazioni del Bianchi.

Digitized by Google

dove α, β, γ, e ξ, η, ζ sono i coseni direttori rispettivamente della tangente e della normale principale, relative a Γ, mentre l ed m si esprimono facilmente in funzione di s, o, meglio, del parametro

$$\sigma = \int_0^s \frac{ds}{\varrho},$$

in cui ϱ rappresenta il raggio di curvatura di Γ. Si ha, precisamente,

$$(18)\quad \begin{cases} m = c_1 \cos\sigma + c_2 \operatorname{sen}\sigma - \cos\sigma \int_0^\sigma \varrho \operatorname{sen}\sigma\, ds + \operatorname{sen}\sigma \int_0^\sigma \varrho \cos\sigma\, ds, \\ l = c_1 \operatorname{sen}\sigma - c_2 \cos\sigma - \operatorname{sen}\sigma \int_0^\sigma \varrho \operatorname{sen}\sigma\, ds - \cos\sigma \int_0^\varrho \varrho \cos\sigma\, ds, \end{cases}$$

con c_1 e c_2 costanti arbitrarie.

Assumiamo, per un momento, come coordinate curvilinee dei punti dello spazio, i parametri c_1, c_2 ed s. Per il quadrato dell'elemento lineare, troviamo facilmente

$$ds^2 = dc_1^2 + dc_2^2 + \frac{m^2}{T^2} ds^2, \quad (*)$$

essendo $\frac{1}{T}$ la torsione dello spigolo di regresso Γ.

Se ora identifichiamo le variabili x_1, x_2, x_3, ordinatamente con c_1, c_2, s, si avrà sempre

$$(19)\qquad \omega_1 = \omega_2 = 0,\ \nu_3 = 0,$$

ma naturalmente non è più detto che sia $\nu_3 = 0$. In ogni, modo essendo

$$H_1 = H_2 = 1,\ H_3 = \frac{m}{T},$$

(*) Basterà tener presente, (oltre le formule di Serret-Frénet), che si ha

$$\frac{dm}{d\sigma} = -l,\ \frac{dl}{d\sigma} = m - \varrho.$$

Digitized by Google

le equazioni (6) e (7), con le (18), ci dànno

$$\frac{\partial}{\partial x_1}\left(\frac{m}{T}\nu_1\right)+\frac{\partial}{\partial x_2}\left(\frac{m}{T}\nu_2\right)=0, \tag{20}$$

$$\frac{\partial \nu_1}{\partial x_3}=\frac{\partial \nu_2}{\partial x_3}=0. \tag{21}$$

Per la prima delle (18), e tenuto conto che T dipende solo da x_3, la (20) diviene

$$m\left(\frac{\partial \nu_1}{\partial x_1}+\frac{\partial \nu_2}{\partial x_2}\right)+\nu_1\cos\sigma+\nu_2\operatorname{sen}\sigma=0.$$

Deriviamo due volte rispetto a x_3; dalle (21), e dalla identità

$$\frac{d^2 m}{d\sigma^2}=\varrho-m \quad (*),$$

discende

$$(\varrho-m)\left(\frac{\partial \nu_1}{\partial x_1}+\frac{\partial \nu_2}{\partial x_2}\right)-(\nu_1\cos\sigma+\nu_2\operatorname{sen}\sigma)=0,$$

e conseguentemente

$$\frac{\partial \nu_1}{\partial x_1}+\frac{\partial \nu_2}{\partial x_2}=0,$$

$$\nu_1\cos\sigma+\nu_2\operatorname{sen}\sigma=0.$$

Quest'ultima condizione non può sussistere, se non è σ costante; e per questo occorre che sia $\frac{1}{\varrho}=0$. *La curva I' deve dunque ridursi ad una retta. Il moto fluido avviene lungo i piani meridiani* $x_3=$ cost.; la velocità di ogni elemento non dipende dal parametro x_3 che individua il piano meridiano corrispondente; mentre le linee vorticose sono cerchi in piani paralleli, col centro sull'asse del moto.

Genova, 23 Dicembre 1926.

(*) Bianchi, I, p. 39.

Digitized by Google

ARCIERO BERNINI

IL TELEMETRO STEREOSCOPICO PER LA MISURA DELLA DISTANZA DEGLI AEREI IN VOLO (*)

1. — Nel Vol. V, Fasc. 1 dello scorso anno, io ho avuto occasione di riferire sopra i molteplici inconvenienti, che si presentano nella determinazione della distanza degli aerei in volo mediante il telemetro monostatico a coincidenza con base orizzontale: ed ho poi mostrato come, con un nuovo modo di impiego del telemetro, quale si può conseguire mediante un supporto a tre assi di rotazione, gli inconvenienti principali possano venire eliminati; ed inoltre si conseguano non lievi vantaggi per quanto riguarda le rettifiche.

La bontà del nuovo metodo fu riconosciuta recentemente anche dalla Ditta Barr and Stroud, che è la più antica e rinomata costruttrice di telemetri monostatici: tanto che nel suo catalogo del 1926 essa presenta proprio, come ultimo perfezionamento, un telemetro a coincidenza, retto da un supporto a tre assi di rotazione, che si può dire identico, salvo qualche dettaglio, a quello da me costruito e descritto.

È doveroso osservare che col mio nuovo metodo di impiego del telemetro, che si potrebbe dire *Metodo della base inclinabile*, viene resa difficilissima la soluzione di un problema, che è in istudio presso tutti gli Stati e che si presenta del massimo interesse per le batterie contro aerei: Quello del col-

(*) Sunto della comunicazione fatta al Congresso della Società Italiana pel Progresso delle Scienze in Bologna. Ottobre 1926.

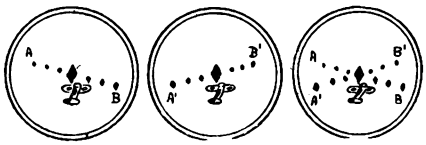
Digitized by Google

legamento elettro meccanico fra telemetro e cannone, con che si prevede logicamente una forte riduzione del cosidetto Tempo Morto; diventando possibile con tale collegamento mantenere l'asse del cannone automaticamente coincidente colla linea di Sito a mezzo dello stesso telemetro: e cioè mediante la rotazione che nell'inseguimento deve fare il telemetro attorno ai due assi, orizzontale e verticale, corrispondenti a quelli attorno a cui soltanto può ruotare il cannone.

Si spiega così come, senza voler togliere al mio metodo della *base inclinabile* alcuno dei suoi indiscutibili vantaggi, si sia pensato, recentemente, di sostituire al telemetro monostatico a coincidenza un altro tipo di telemetro monostatico, che possa essere usato mantenendone la base orizzontale, senza presentare gli inconvenienti che, nell'inseguimento degli aerei, io indicai come caratteristici del tipo a coincidenza.

Questo altro tipo di telemetro, detto Stereoscopico poichè sfrutta la percezione del rilievo conseguente alla visione *binoculare*, non differisce esteriormente dal telemetro a coincidenza, e nemmeno ne differisce quanto al maneggio, perchè perfino i rulli ed i volantini per l'uso non risultano sensibilmente mutati.

2. — Per comprendere come con esso non si verifichino nell'inseguimento degli aerei gli inconvenienti indicati per il telemetro a coincidenza, e che si suppongono noti al lettore, non è necessario nemmeno esaminare il complesso dei sistemi ottici interni, ma basta accennare a ciò che si osserva nel campo dei due oculari, ed al come si collima per la misura.



(a) (b) (c)

Fig. 1.

Traguardando nel campo dell'oculare destro, si osserva la immagine dell'aereo prodotta dal sistema ottico di destra, non che il micrometro costituito da una serie di piccole losanghe disposte secondo una linea leggermente obliqua, con una losanga centrale più grossa (Fig. 1, a). Traguardando nel campo dell'altro oculare, si osserva la immagine prodotta dal sistema ottico di sinistra, non che la immagine dell'altro micrometro,

Digitized by Google

il quale presenta la obliquità opposta a quello che si vede nel campo dell'oculare destro (Fig. 1, b).

Guardando poi contemporaneamente coi due occhi, se il telemetro è rettificato e se l'osservatore è abbastanza allenato per la visione stereoscopica, si riuscirà ad osservare una immagine unica in rilievo dell'aereo, non che una immagine unica delle due losanghe centrali dei reticoli come sospesa nello spazio, col resto disposto come nella Fig. 1 (c). Per effetto del rilievo gli estremi B ed A' appariscono vicini ed invece A e B' lontani.

Quanto alla misura della distanza, basta notare che il telemetrista deve girare l'apposito rullo, finchè la losanga centrale del reticolo, col suo conseguente spostarsi in avanti e indietro, non gli apparisca proprio alla stessa distanza dell'aereo, ossia coincidente con qualche punto di questo: la qual cosa può venir facilitata, quando la immagine dell'aereo si trovi un tantino sottostante alla losanga centrale, come nella Fig. 1.

Ora è ben evidente che qui non c'è più la necessità dello smezzamento delle immagini, come nel telemetro a coincidenza: e quindi nemmeno la difficoltà dello smezzamento al variare del sito: nè vi sono più cause di errore colla srettifica in altezza per la collimazione a linee oblique, poichè qui basta stabilire e mantenere la collimazione della losanga centrale con un *qualsivoglia* punto dell'obbiettivo che si insegue.

3. — Data la grande importanza che presenta la questione per la nostra difesa aerea, io ho aderito di buon grado all'invito da parte dell'Autorità militare di istituire delle esperienze sistematiche per render conto dell'eventuale vantaggio conseguibile coll'uso del telemetro Stereoscopico. Queste esperienze ho potuto fare alla Scuola d'Artiglieria contro aerei di Nettuno e dei risultati do qui brevemente un resoconto.

***

In una stessa località, ed alla distanza di tre o quattro metri l'uno dall'altro, venivano installati i telemetri disponibili alla Scuola e cioè: Due Telemetri a coincidenza Galileo con base di m. 1,50; un Telemetro Galileo con base di m. 3; un Telemetro Stereoscopico Zeiss con base di m. 2; un Telemetro

Digitized by Google

Stereoscopico Zeiss con base di m. 4, ed un Goniometro Buffi per la determinazione del Sito. (Fig. 2).

Tutti i telemetri erano retti da supporti a due assi per l'impiego con base orizzontale.

Il personale di manovra (telemetristi ed aiuti) era il più esperto: tuttavia credetti bene riesaminarlo sia quanto alla acuità visiva ed alla cosidetta vista stereoscopica, sia quanto alla abilità e disinvoltura nel maneggio degli istrumenti e nelle operazioni di rettifica. Eseguii pure un accurato esame circa l'accordo dei telemetri per le varie distanze e cercai poi che, per tutto il periodo in cui durarono le esperienze, ciascun telemetro venisse usato sempre dal medesimo personale.

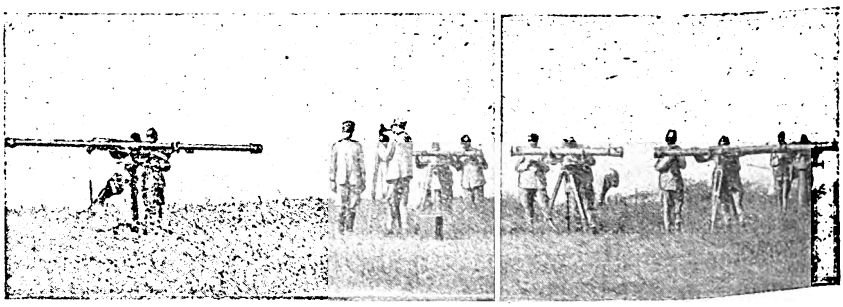


Fig. 2.

Le esperienze si protrassero per 45 giorni (Agosto e Sett. 1926) dalle ore 7 alle 10. Eccezionalmente per due o tre giorni ebbero breve durata per causa di pioggia. Avevano inizio con battute ad obbiettivo fermo per distanze diverse e per diverse condizioni di luce; e queste prime battute servivano quotidianamente per l'esame delle condizioni visive del personale. Poi seguivano esercizi di telemetraggio su barche a vela e piroscafi. Poi si procedeva all'inseguimento di palloni o sagome lanciate; ed infine all'inseguimento di velivolo, a cui si prescriveva di volta in volta la rotta e la quota, per modo che l'esercizio riuscisse il meno difficile.

Sovente verso la metà ed alla fine delle esercitazioni si prendevano con ciascun telemetro 10 battute ad obbiettivo terrestre fermo, per ricontrollare la acuità visiva degli operatori e le rettifiche dei telemetri, onde poter dare poi ai grafici la migliore interpretazione.

Digitized by Google

4. — Orbene, l'esame particolare e complessivo dei grafici, oltre alla riconferma delle conclusioni sconfortanti sui telemetri a coincidenza che avevo già tratto in addietro (ed in seguito alle quali fui indotto fino dal 1918 a proporre il metodo della *base inclinabile*) ha portato anche alla conclusione, non certo prevista, che nemmeno il telemetro stereoscopico, come è attualmente usato, può dare nell'inseguimento di aerei quell'affidamento, che le esigenze del nostro tiro contro aerei richiederebbero.

Non potendo qui riportare la lunga serie dei grafici, che ho ricavato, mi limito a riprodurne due (Fig. 3 e 4), che non

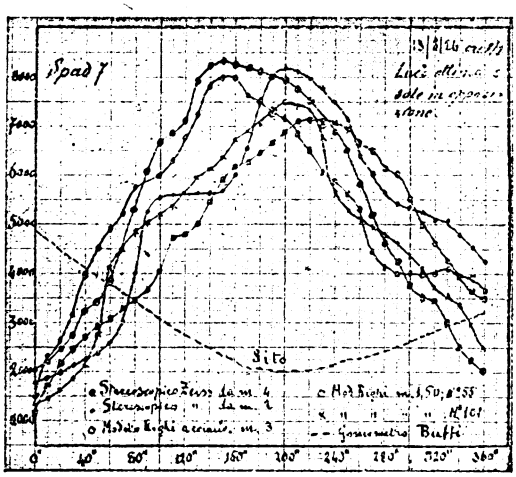


Fig. 3.

sono nè dei migliori nè dei peggiori: del resto posso accertare che quasi tutti si equivalgono. Come si deduce dalla leggenda, i grafici costruiti coi punti riguardano i due telemetri stereoscopici, e giustificano pienamente l'affermazione fatta sopra.

Un confronto fra questi ed i grafici da me ricavati nel 1918 porterebbe a giudicare che quelli siano meno sconfortanti. La cosa può trovare una logica spiegazione in ciò, che, mentre allora si inseguivano i Coudron ed i Farmann, nelle recenti esperienze si inseguì invece uno Spad o un Herriot da caccia, aventi velocità quasi doppia di quelli.

Digitized by Google

È interessante notare come, nelle esperienze con sagome lanciate, e cioè con obbiettivo aereo spostantesi con deboli velocità angolari, i grafici si sono sempre mostrati pressochè

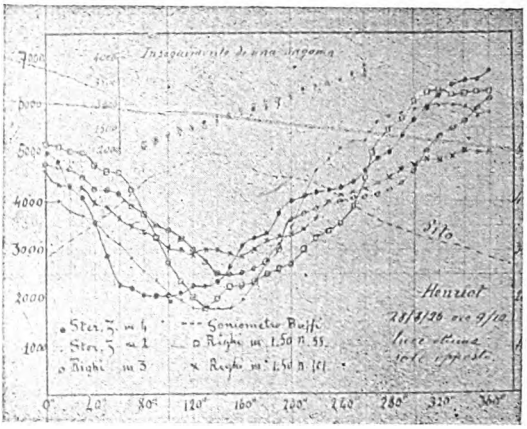


Fig. 4.

coincidenti; ciò che spiega anche come il tiro contro quelle sia sempre efficace. Nella fig. 4 in alto è riprodotto il grafico dell'inseguimento di una sagoma, eseguito pochi minuti prima della esercitazione col velivolo riprodotto in basso.

5. — Per queste osservazioni e per altre che riguarderebbero il maneggio degli istrumenti, e che per brevità non espongo, ritengo che si possano trarre anche le seguenti conclusioni, sulle quali le Autorità competenti dovranno senza alcun dubbio fermare la loro attenzione:

Il problema, che si prospetta oggi riguardo alla telemetria nella difesa aerea, non è, *come si riteneva*, quello di decidere se convenga un telemetro a coincidenza con base di tre metri, piuttosto che con minor base e quindi più maneggevole, ma con scarto di qualche metro di più; oppure uno stereoscopico con base di due o di quattro metri. Ed infatti i diagrammi ricavati nell'inseguimento di sagome ci dicono chiaramente che tutti questi diversi tipi di telemetri pressochè si equivalgono, data la approssimazione che si richiede nel tiro contro aerei. Nei grafici relativi invece ai velivoli appariscono degli scarti, il cui ordine di grandezza è tale per cui i cosidetti errori sistematici sono addirittura trascurabili. E ciò è senza dubbio

Digitized by Google

conseguenza delle grandi difficoltà, che si presentano agli operatori nell'inseguimento ad obbiettivo veloce, e particolarmente quando è forte il sito.

Ora queste difficoltà non potranno attenuarsi, se la istallazione, o il modo di impiego, non saranno tali da consentire al telemetrista di non preoccuparsi dell'inseguimento, ma soltanto della *misura*.

Pei casi in cui non sia necessaria la base orizzontale, si può ritenere che pei telemetri a coincidenza il problema sia risoluto col metodo della *base inclinabile*, che fra l'altro consente di non abbandonare l'inseguimento quando l'aereo passa allo zenit. Ove si esiga la base orizzontale e si preferiscano i telemetri stereoscopici, allora è pure necessaria una radicale modificazione alle installazioni, tale da consentire anche durante l'inseguimento che la immagine dell'aereo risulti al telemetrista automaticamente sempre nella posizione più adatta rispetto al reticolo, cosicchè egli non abbia punto a risentire delle variazioni angolari di sito e direzione, e possa superare le non lievi difficoltà della misura conseguenti alla variazione in distanza.

Il problema è dunque solo meccanico e perciò va giudicato risolvibile. E poco importerà se il numero degli aiuti telemetristi dovrà aumentare, e se sarà necessario ad es., una apposita piattaforma rigida col supporto, che tenga sollevato il telemetrista dal suolo e lo porti a ruotare di conserva col telemetro attorno all'asse verticale.

***

6. — In attesa di questi provvedimenti, che è sperabile non abbiano a tardare, la cosa migliore che io ho creduto di poter consigliare è stata la seguente:

Invece di un unico telemetro la batteria deve usarne due:

L'uno deve dare le distanze ogni 10 secondi (Fig. 5 crocette), l'altro dopo cinque secondi dal primo (Fig. 5 cerchietti). Nel tracciamento del grafico per il calcolo dei dati di tiro, al comando di *calcolare* il grafista deve tracciare una linea di interpolazione, che lasci da una parte e dall'altra circa lo stesso numero di dati (Fig. 5 punteggiata), senza punto dare maggior fiducia ad alcuno dei due telemetri; e poi tener conto di quella per le sue operazioni.

Digitized by Google

Posso affermare che questo suggerimento ha già dato discreti frutti. Le curve bitelemetriche sono da qualche tempo normali per le batterie nelle esercitazioni di tiro alla Scuola

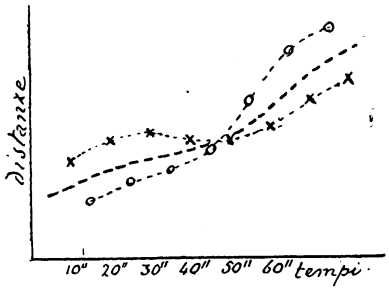


Fig. 5.

contro aerei contro la così detta *manica a vento*, ed il risultato dei tiri è assai migliorato.

E purtroppo questo ripiego, che esigerebbe, se generalizzato, un raddoppiamento della dotazione di un istrumento così costoso come il telemetro, è l'unico passo in avanti, che, coll'uso dei monostatici a base orizzontale, si è fatto dalla guerra ad oggi.

Digitized by Google

PROF. LUDOVICO MARINI

RISULTATI DEI LANCI DI GALLEGGIANTI PER LO STUDIO DELLE CORRENTI SUPERFICIALI DEL MAR LIGURE ESEGUITI NEGLI ANNI 1914, 1920-22

La serie dei lanci di galleggianti per lo studio delle correnti superficiali del Mar ligure intrapresa ad opera del Comitato talassografico ligure nel 1912 ed effettuata con regolarità ed ampiezza nel 1913, fu proseguita nel 1914. Fu però dovuta sospendere quasi del tutto già nel settembre di quello stesso anno 1914 (come rese noto l'illustre presidente del Comitato ligure, March. Domenico Pallavicino, nella relazione esposta nella seduta plenaria del Comitato talassografico italiano del 19 decembre 1914), essendosi allora iniziate le ostilità tra la Germania e la Francia; nei mesi di novembre e decembre furono messe a mare solo poche ultime coppie di galleggianti. Terminata la grande guerra, il benemerito Comitato talassografico ligure, decise di portar a termine le esperienze e furono ripresi i lanci su più larga scala a metà del 1920 e continuati nel 1921 e per porzione anche del 1922.

Sommariamente riferii sui risultati ottenuti con la prima serie del 1913 in una relazione pubblicata nel bollettino 29/30 (1914) del R. Comitato talassografico italiano (1), intendo ora brevemente esporre quelli delle altre due serie successive per

(1) In quel bollettino fu stampato per errore l'anno 1914 invece di 1913. Che si tratti di un puro errore materiale di stampa si rileva facilmente nella lettura del testo, poichè il 1914 appare nel solo titolo.

Digitized by Google

trarre le deduzioni generali che possono ricavarsi da tutte le esperienze eseguite considerate complessivamente insieme.

I lanci nel 1914 furono eseguiti nello stesso modo che nel 1913, solamente, come pure accennò il March. Pallavicino nella sua relazione innanzi ricordata, il modello di galleggiante adoperato fu un poco diverso da quello usato nell'anno precedente. La parte superiore del galleggiante era formata da una ordinaria bottiglia di vetro verde, della capacità di circa 1 litro, ermeticamente chiusa, entro la quale nella preparazione stessa del galleggiante si introduceva la scheda che doveva essere, da chi ritrovasse il galleggiante, completata con le indicazioni richieste delle condizioni del rinvenimento. Ad essa bottiglia veniva accoppiata inferiormente, non un'altra simile bottiglia di vetro come nel 1913, ma un secchiello di latta verniciato a fuoco, di modello appositamente costruito, di volume e superficie approssimativamente eguali a quelli della bottiglia superiore. Tale tipo di coppia fu adottato per cercare di diminuire le probabilità di rottura del corpo inferiore contro le coste, nella maggior parte rocciose, della riviera ligure, e le probabilità così di successivi irregolari vagabondaggi della sola bottiglia superiore, resasi libera. Le coppie venivano preparate nel modo solito completamente nell'Istituto Idrografico della R. Marina: la scheda da riempire, debitamente numerata all'interno e all'esterno, veniva introdotta arrotolata nella bottiglia, convenientemente zavorrata, in modo che il numero d'ordine si vedesse chiaramente anche dal di fuori del vetro, e chiusa poi ermeticamente la bottiglia, le si accóppiava il secchiello di latta. Coppie così preparate erano consegnate ai piroscafi che volenterosamente si prestavano a collaborare alle ricerche. Gli ufficiali incaricati, nell'atto di abbandonare al mare una coppia, dovevano riempire con le indicazioni del luogo e data del lancio una apposita distinta scheda, ripetendo in questa il numero di quella contenuta nella bottiglia di vetro del galleggiante che veniva lanciato. Le schede di lancio erano poi inviate per posta o per altro mezzo sicuro all'Istituto Idrografico. Tale sistema di doppia scheda di lancio e di rinvenimento fu adottato per avere un controllo delle bottiglie che effettivamente venivano messe a mare.

Le coppie distribuite da metà di Marzo 1914 e metà di Settembre furono 200. Di 167 di esse fu ricevuta la scheda di lancio; di due (la 182 e la 197) giunse la scheda di rinveni-

Digitized by Google

mento, prova certa che effettivamente erano state messe a mare, ma non quella di lancio; onde può ritenersi che siano state messe a mare 169 coppie. Il numero di quelle rinvenute fu, non ostante le cure usate, piuttosto scarso, solo di 53, che tuttavia rappresenta una percentuale maggiore di quella avuta con la serie precedente, del 32 per cento, cioè, invece che del 20.

Nella serie del 1920-22 si seguì il medesimo metodo: furono adoperati ancora, finchè se ne ebbero, i secchielli di latta rimasti di quelli provveduti per il 1914; ma si dovè poi tornare all'uso di bottiglie di vetro anche per il corpo inferiore del galleggiante, stante la difficoltà di avere i recipienti metallici. Si deve all'attiva cooperazione del corpo « Volontari marinai » di Genova, prestata per il vivo interessamento preso alle ricerche dal Com.te il corpo, il benemerito Cav. Perazzo, la grande estensione che in questa ultima serie potè darsi ai lanci, giacchè ne furono eseguiti e dai marinai nelle loro festive esercitazioni a mare, e da piroscafi ai quali per mezzo dello stesso Corpo erano affidate le coppie di galleggianti già da essi preparate. Ad estenderli maggiormente dal R. Istituto Idrografico, che costituiva il centro delle esperienze, e che della loro ripresa, affinchè il maggior numero di galleggianti potesse essere ricuperato, aveva dato notizia nella pubblicazione periodica ufficiale « Avvisi ai Naviganti » con l'avviso N. 177/*401* del 14 agosto 1920, furono invitati a parteciparvi il Comando della R. Accademia Navale in Livorno, quello della Scuola Semaforisti al Varignano (Spezia). e i R.R. Istituti nautici di Porto Maurizio, Savona, Camogli e Livorno. L'Istituto nautico di Porto Maurizio però comunicò di non poter prender parte alle esperienze per mancanza di imbarcazione, e non si ebbe notizie che lanci fossero stati eseguiti da quello di Livorno. Inoltre il March. Piero Negrotto Cambiaso, proprietario del « Grappa » Yacht da diporto a vela, intraprendendo una lunga navigazione lungo i mari italiani, si offerse volenterosamente ad effettuare pure egli lanci di galleggianti per lo studio delle correnti marine superficiali.

Così i lanci di quella serie 1920-22, eseguiti in punti diversi, quasi tutti però nella parte orientale del Mar ligure,

Digitized by Google

risultano dai vari gruppi che partitamente sono qui appresso indicati:

I_a	Coppie lanciate da imbarcazioni dei Marinai volontari . . .	N. 25;	ricuperate	N. 6
I_b	Coppie lanciate da piroscafi della Società di Navigazione Marittima italiana	» 16	»	» 2
I_c	Coppie lanciate da piroscafi della Società italiana dei servizi Marittimi	» 4	»	» 0
I_d	Coppie lanciate da piroscafi della Società di Navigazione Transatlantica italiana	» 3	»	» 1
I_e	Coppie lanciate da piroscafi della Società Nazionale di Navigazione .	» 12	»	» 2
I_f	Coppie lanciate dal piroscafo Biagio Assareto	» 52	»	» 20
II	Coppie lanciate a cura della R. Accademia Navale	» 13	»	» 4
III	Coppie lanciate a cura della R. Scuola Semaforisti . . .	» 24	»	» 23
IV_a	Coppie lanciate a cura del R. Istituto Nautico di Savona . .	» 25	»	» 0
IV_b	Coppie lanciate a cura del R. Istituto Nautico di Camogli . .	» 18	»	» 9
V	Coppie lanciate dal March. Negrotto Cambiaso (nel Mar ligure e Tirreno)	» 20	»	» 9

Complessivamente quindi, per quanto risulta dalle schede giunte all'Istituto Idrografico, furono messe a mare 212 coppie e di 76 di esse si ebbe notizia del ricupero. La percentuale così dei rinvenimenti in questa ultima serie del 1920-22 si mantiene pressochè la medesima di quella della serie del 1914, ne è, più precisamente, leggermente superiore risultando del 36 per cento.

La seguente tabella I mostra partitamente per mesi il numero delle coppie lanciate e di quelle rinvenute e la relativa percentuale, rispettivamente per le serie del 1914, del 1920-22 e complessivamente.

Digitized by Google

I. — Galleggianti lanciati e ritrovati, Numero e percentuale.

	1914			1920-22			Totale complessivo		
	lanciati	ritrovati		lanciati	ritrovati		lanciati	ritrovati	
	num.	num.	per.	num.	num.	per.	num.	num.	per.
Gennaio	1	0	0	3	0	0	4	0	0
Febbraio	—	—	—	9	4	44	9	4	44
Marzo	26	6	23	7	1	14	33	7	21
Aprile	25	6	24	36	26	72	61	32	52
Maggio	40	10	25	24	7	29	64	17	27
Giugno	11	9	82	73	18	25	84	27	32
Luglio	35	14	40	23	7	30	58	21	36
Agosto	8	2	25	6	4	66	14	6	43
Settembre	—	—	—	3	1	33	3	1	33
Ottobre	6	0	0	21	5	24	27	5	19
Novembre	8	3	37	2	0	0	10	3	30
Dicembre	7	1	14	5	3	60	12	4	33
Data incerta	2	2		—	—	—	2	2	
Totale annuo	169	53	32	212	76	36	381	129	34

Nel quadro seguente sono riportati tutti i dati relativi alle località e condizioni nelle quali furono effettuati i lanci ed avvenne il ricupero di ciascun galleggiante di ambedue le serie del 1914 e del 1920-22.

Digitized by Google

Num. d'ordine	DATI DEL LANCIO							
	Numero della coppia	Giorno	Ora	Latitudine	Longitudine	Distanze da terra Km.	Nave e Comandante da cui fu eseguito il lancio
			h m				
	14	14-III-1914	14.50	44.24	8.54	Circa 1 km. a sud dalla lanterna di Genova	R. rimorchiatore n. T. V. Raggio
2	18	15-III-914	8.41	44.23	8.56	1 km. fuori della bocca del porto di Genova	Rimorchiatore Calabr Prof. R. Issel
3	24	20-III-914	4.08	44.04	9.33	10 km. dalla punta del Mesco (riviera lig. lev.)	Piroscafo Scrivia (Mar Cap. O. De Pasqual
4	26	20-III-914	4.08	44.04	9.33	10 km. dalla punta del Mesco (riviera lig. lev.)	Piroscafo Scrivia (Mar Cap. O. De Pasqual
5	6	20-III-914	14.25	44.15	9.10	6,5 km. dalla punta di Portofino	Piroscafo Ustica A. Saviane
6	34	31-III-914	9.20	44.16	9.11	4,5 km dalla punta orientale di Portofino.	Bastimento Giovan Cap. Miceli
7	9	1-IV-914	9.55	44 17	9.08	4 km. da punta Chiappe (punta occidentale del promontorio di Portofino)	R. Torpediniera 31 A. T. V. M. Gancia
8	10	1-IV-914	10.10	44.17	9.13	1,5 km. dalla punta orientale di Portofino	R. Torpediniera 31 A. T. V. M. Gancia
9	12	1-IV-914	14.—	44.18	9.06	4 km. da punta Chiappe (punta occidentale del promont. di Portofino)	R. Torpediniera 31 A. T. V. M. Gancia
10	36	4-IV-914	24.—	44.11	9.13	12 km. dalla punta di Portofino	Bastimento Capri E. Fortunato
11	4	13-IV-914	13.—	44.15	9.17	8 km. dalla punta di Portofino.	Bastimento Fidia R. Mortola
12	73	19-IV-914	10.45	44.22	9,06	0,7 km. da Capo Pino (Sori) riviera lig. di lev.	Rimorchiatore Calabr Prof. R. Issel
13	67	3-V-914	10 50	44.17	8.55	13 km. a Sud del porto di Genova	Bastimento Palest R. Vanile
14	75	4-V-914	21.05	44.21	9.02	3 km. da Nervi (riviera ligure di levante)	Piroscafo Paragua Razetto Garibaldi
15	95	12-V-914	1.—	44.11	9.14	13 km. dalla punta orientale di Portofino	Piroscafo Po Cap. D. Pedone
16	60	14-V 914	15.40	44.16	9.12	3,5 km. dalla punta orientale di Portofino	Bastimento Piemont M. Mattina
17	61	14-V-914	15.40	44.16	9.12	3,5 km. dalla punta orientale di Portofino	Bastimento Piemont M. Mattina
18	62	14-V-914	15.40	44 16	9.12	3,5 km. dalla punta orientale di Portofino	Bastimento Piemont M. Mattina
19	104	21-V-914	2.40	44.12	9.23	6 km. dalla punta Manara (riviera ligure di lev.)	Piroscafo Entella (S Sicilia) Capit. A. Ri
20	106	21-V-914	2.40	44.12	9.23	6 km. dalla punta Manara (riviera ligure di lev.)	Piroscafo Entella (S Sicilia) Capit. A. Ri

Digitized by Google

DATI DEL RINVENIMENTO						
ORNO	ORA.	LATITUDINE	LONGITUDINE	LOCALITÀ	CONDIZIONI	NOME DI CHI RINVENNE LA BOTTIGLIA
	h m					
III-914	16.—	44.24	8.53	Sampierdarena	? galleggiante 1 km. dalla spiaggia	G. Zulberti
IV-914	7.30	42 48	10.16	Ortano (Isola Elba)	sola galleggiante 1 m. dalla spiaggia	L. Orlando
V-914	?	43.18	6 42	St. Tropez (Francia)	accoppiata galleggiante a 100 m. dalla spiaggia	A. Annoi
VI-914	10.—	42.55	9.22	Golfo d'Aliso Capo Corso (Corsica)	sola galleggiante a 3 m dalla spiaggia	E. Pieri
III-914	16.—	43.54	8.05	Capo Berta (Oneglia)	sola galleggiante a 100 m. dalla spiaggia	F. Chiappori pescatore
IV-914	5.—	43.06	6.10	La Capte Hyères (Francia)	sola sulla spiaggia	Le Carro
XI-914	16.—	39 55	3.48	Cala Bianca (Menorca)	sola sulla spiaggia	S. Arnetger Bember
IV 914	15.—	44.24	8.42	Capo Panaggi Arenzano (riviera ligure ponente)	sola galleggiante a 1 km. dalla costa	F. Barbieri pescatore
IV 914	?	44.24	8.42	Capo Panaggi Arenzano (riviera ligure ponente)	sola galleggiante a 1 km. dalla spiaggia	B. Cassanello pescatore
VI-914	10.—	43.06	6.10	Hyères (Francia)	sola galleggiante a 25 m. dalla spiaggia	R. Genrel
V-914	9.—	43.13	5.26	Morgion (Francia)	accoppiata galleggiante a 1 m. dalla costa	E. Lucien pescatore
VIII-914	?	36.50	11.08	Kelibia (Tunisia)	sola galleggiante a 1 miglio dalla costa	Carina
V-914	23.—	44.17	8.27	Zinola (Rada di Vado, riviera ligure di ponente)	accoppiata galleggiante 200 m. dalla costa	D. Astengo
V-914	16.30	44.20	9.09	Cava di Genova ad ovest del monte di Portofino	sola galleggiante circa 15 m. dalla spiaggia	L. Cichero
V-914	10.—	44.25	8.51	Sestri Ponente	sola sulla spiaggia cantiere G. Ansaldo	S. Ottonello
V-914	14.30	44 22	9.07	Tra Recco e Sori (riviera ligure levante)	accoppiata galleggiante a 120 m. dalla spiaggia	A. Repetto
V-914	16.—	44.21	9.09	Recco (riviera lig. lev)	accoppiata galleggiante a 15 m. dalla spiaggia	A. Carini
V-914	19.—	44.21	9.09	Recco (riviera lig. lev.)	accoppiata galleggiante a 300 m. dalla spiaggia	G. Solero
V-914	16.—	44.17	9.20	Lavagna (riviera ligure levante)	sola galleggiante 4 migl. al largo	E. Cucurnia capitano
VII-914	11.—	40.55	8.42	Castel Sardo	sola galleggiante a 3 miglia da terra	G. Cimino pescatore

Digitized by Google

Num. d'ordine	DATI DEL LANCIO						
	Numero della coppia	Giorno	Ora	Latitudine	Longitudine	Distanze da terra Km.	Nave e Comandante da cui fu eseguito il lancio
			h m				
21	101	31-V-914	10.15	44.22	9.04	1 km. da Bogliasco (riviera ligure di levante)	Rimorchiatore Calabro Prof. R. Issel
22	102	31-V-914	10.15	44.22	9.04	1 km. da Bogliasco (riviera ligure di levante)	Rimorchiatore Calabro Prof. R. Issel
23	115	2-VI-914	22.30	44 18	9.05	5 km. dalla punta della Chiappa	Piroscafo Catania (S. mar. it.) Cap. E. Giulin
24	116	2-VI-914	23.30	44.10	9.15	km. 15,5 da punta Manara (Sestri levante) riviera ligure di levante	Piroscafo Catania (S. mar. it.) Cap. E. Giulin
25	117	3-VI-914	0.30	44.04	9.25	18 km. dalla punta di Monte Grosso (riviera ligure di levante)	Piroscafo Catania (S. mar. it.) Cap. E. Giulin
26	86	3-VI-914	14.15	44.12	9.21	7 km. dalla punta Manara (riv. ligure di levante)	Piroscafo Lombardo Cap. P. Borgna
27	88	3-VI-914	14.15	44.12	9.21	7 km. dalla punta Manara (riv. ligure di levante)	Piroscafo Lombardo Cap. P. Borgna
28	121	16-VI-914	1.25	44.18	9.05	5 km. dalla punta delle Chiappe	Piroscafo Etruria (S. Sicilia) Cap. G. Giglio
29	122	16-VI-914	1.25	44.18	9.05	5 km. dalla punta delle Chiappe	Piroscafo Etruria (S. Sicilia) Cap. G. Giglio
30	123	30-VI-914	3.10	44.10	9 12	15 km. dalla punta di Portofino	Piroscafo Catania (S. mar. it.) Cap. E. Giulin
31	124	30-VI-614	24.—	44.06	9.20	18 km. dalla punta Manara (riv. lig. di lev.)	Piroscafo Catania (S. mar it) Cap. E. Giulin
32	126	1-VII-914	1.45	43.53	9.40	km. 21,5 dall' isola Tino	Piroscafo Catania (S. mar. it.) Cap. E. Giulin
33	129	2-VII-914	1.40	44.16	9.11	4 km. dal promontorio di Portofino (estremità orientale)	Piroscafo Entella Cap. A. Rizzo
34	130	2-VII-914	1.40	44.16	9 11	4 km. dal promontorio di Portofino (estremità orientale)	Piroscafo Entella Cap. A. Rizzo
35	120	2-VII-914	16.05	44.17	9.10	3 km. dal promontorio di Portofino (estremità orientale)	Piroscafo Etruria (S. Sicilia) Cap. G. Giglio
36	138	7-VII-914	0.54	44.18	9.04	6,5 km. da punta delle Chiappe (occident. Portofino)	Piroscafo Etruria (S. Sicilia) R. Giordano
37	139	7-VII-914	14.48	44.15	9.16	6,5 km. dalla punta di Portofino (estremità orientale)	Piroscafo Sumatra Cap. F. Ageno
38	142	7-VII-914	16.17	44.08	9.33	5,5 km. dalla punta di Monte Grosso (riviera ligure di levante)	Piroscafo Sumatra Cap. F. Ageno

Digitized by Google

DATI DEL RINVENIMENTO						
GIORNO	ORA	LATITUDINE	LONGITUDINE	LOCALITÀ	CONDIZIONI	NOME DI CHI RINVENNE LA BOTTIGLIA
	h m					
VII-914	8.—	42.57	9.22	Centuri (Corsica)	sola galleggiante a 100 m. dalla spiaggia	M. Dagni marinaio
VI-914	?	44.13	8.25	Spotorno (riviera ligure ponente)	accoppiata galleggiante a 200 m. dalla spiaggia	G. Gandullio
VIII-914	8.—	42.43	10.15	Golfo di Procchio (isola d'Elba)	sola galleggiante a 1 km. dalla costa	G. Ferrini insegnante
VIII-914	12.—	42.44	10.15	Punta Fetovaia marina di campo isola d'Elba	accoppiata galleggiante a 50 m. dalla spiaggia	P. Bisso
VI-914	8.—	44.19	8.29	Porto di Savona	sola galleggiante a 1 miglio dalla costa	G. Benati
VI-914	9.30	44.19	8.30	Riva Termine tra Savona e Albissola Marina	sola attaccata a cavo di ferro a mare di avanscalo di demolizione	V. de Salvo e M. Baccheri
VI-914	17.30	44.11	8.22	Capo S. Donato. Finalpia (riviera ligure ponente)	sola galleggiante a 20 m. dalla costa	Avv. L. Lercari
VI-914	5.—	44.12	8.27	Noli (riviera lig. pon.)	accoppiata galleggiante a 3 migl. dalla costa	E. Caviglia pescatore
VI-914	7.30	44.13	8.25	Tra Noli e Spotorno (riviera lig. pon.)	sola galleggiante a 10 m. dalla spiaggia	L. D. Benedetti
VII-914	10.—	44.16	9.23	Sestri Levante	accoppiata galleggiante 1 m. dalla terra	G. Picco
VII-914	16.—	44.19	9.20	Foce dell'Entella Lavagna (riviera di lev.)	accoppiata galleggiante 2 m. dalla spiaggia	R. Baccicalupo
VIII-914	10.—	41.22	9.07	Bonifacio (Corsica)	sola galleggiante a 3 miglia dalla costa	P. D'Arco
VII-914	7.—	44 20	9.13	S. Margherita ligure (riviera di levante)	accoppiata galleggiante presso la spiaggia	N. Chiodi
VII-914	7.—	44.22	9.06	Sori (riviera lig. lev.)	accoppiata galleggiante 1 migl. dalla costa	A. Cavassa
VII-914	15.30	44.23	9.00	Pietraruggia (Genova)	accoppiata galleggiante a 250 m dalla spiaggia	E. Bocciardo
VII-914	?	44.24	8.53	Sampierdarena (Genova)	accoppiata galleggiante 5 migl. da terra	7 pescatori di Sampierdarena
VII-914	18.45	44.13	8.25	Spotorno (riv. lig. pon.)	sola galleggiante a 160 m. dalla spiaggia	R. Fano
VII-914	12.—	43.58	10.02	in alto mare tra l'isola Tino e Viareggio	accoppiata galleggiante a 10 migl. da terra	G. Peguzzano pescatore

Digitized by Google

Num. d'ordine	DATI DEL LANCI							
	Numero della coppia	Giorno	Ora	Latitudine	Longitudine	Distanze da terra Km.	Nave e Comandante da cui fu eseguito il lancio
39	133	12-VII-914	9.58	44.22	9.03	2 km. da Bogliasco (riv. ligure di levante)	Rimorchiatore Calabrone - Prof. R. Issel, p. L. Ricci
40	145	14 VII-914	2.45	44.09	9.19	13 km. da Punta Manara	Piroscafo M. Mingh Cap. E. Ribaudo
41	113	18-VII-914	4.30	44.04	9.25	18 km. dalla Punta di Monte Grosso (riviera ligure di levante)	Cap. A. Cogliolo Piroscafo Roma
42	152	30-VII-914	9.40	44 18	8.58	10 km. da Quinto (riv. ligure levante)	Piroscafo India Cap. De Pasquali
43	151	30-VII-914	9.50	44.16	8.59	15 km. da punta Chiappe (estremità occ. del promontorio di Portofino)	Piroscafo India Cap. De Pasquali
44	153	30-VII-914	10.—	44.15	9.00	14 km. da Punta Chiappe (estremità occiden. del prom. di Portofino)	Piroscafo India Cap. De Pasquali
45	154	30-VII-914	10.10	44.13	9.00	16,5 km. da punta Chiappe	Piroscafo India Cap. De Pasquali
46	162	26-VIII-914	1.40	44.17	9.12	2 km. da Punta di Portofino	Piroscafo Entella Cap. G. Billante
47	156	26-VIII-914	10 50	44.10	8.52	28,5 km. da punta Chiappe	Piroscafo Porto Maur A. Saviane
48	169	10-XI-914	6.—	44.21	8.48	8 km. da Pegli (riviera ligure di ponente)	Piroscafo Assiria Cap. V. Caffero
49	179	19-XI-914	14.30	44.15	9.16	6 5 km. da punta da Portofino	Piroscafo Sumatra Cap. V. Marinelli
50	182	? ? ?	?	?	?	? ?	? ?
51	185	24-XI-914	3.35	44.19	8.39	6 km. da Punta Invrea (tra Varazze e Cogoleto (riviera lig. di pon.)	Piroscafo Assiria Cap. V. Caffero
52	192	2-XII-914	17.—	44 00	9.48	5 km. da isola Tino	Piroscafo Stura Cap. E. Esposito
53	197	? ?	?	?	?	? ?	? ?

Digitized by Google

DATI DEL RINVENIMENTO						
ORNO	ORA	LATITUDINE	LONGITUDINE	LOCALITÀ	CONDIZIONI	NOME DI CHI RINVENNE LA BOTTIGLIA
VII-914	10.—	44 21	9.08	Camogli (riviera ligure levante)	? galleggiante a 3 km. circa da terra	V. Arata e C. Costa
VII-914	18.—	44.06	9.41	Rio Maggiore (riviera ligure levante)	accoppiata galleggiante a 200 m. dalla spiaggia	D. Pecunia
III-914	17.—	44.14	9.29	Moneglia (riviera lig. levante)	sola galleggiante a 2 km. dalla costa	Cap. G. B. Zolezzi
VIII-914	9.—	43.07	6.35	Cavalaire (Francia)	accoppiata galleggiante a 2 migl. da terra	V. Barrus
VIII-914	?	43.33	7.09	La Garoupe, Antibes (Francia)	accoppiata a terra	H. Musso
VIII-914	15.—	44.23	9 04	Bogliasco (riviera lig. levante)	sola galleggiante a 100 m. dalla spiaggia	G. Carussa
III-914	6.—	44.24	8.55	Porto di Genova molo Galliera	sola galleggiante	F. Turco
IX-914	7.—	43.42	7.18	St. Jean presso Nizza (Francia)	accoppiata galleggiante a 600 m. dalla costa	Faraut
IX-914	?	43.13	5.15	Golfo di Marsiglia	sola galleggiante	M. Piston pilota
VII-915	12.—	34.44	10.49	La Louza Sfax (Tunisia)	sola galleggiante a 5 km, da terra	Ali ben Cheik Salak
V-915	3.—	34.33	10.30	Mahares (Tunisia)	sola a terra	Bechir ben Amor Haba Mabaré
VIII-915	8.—	38.11	14.11	Carini Palermo	sola galleggiante a 4 miglia da terra	A. Buzzetta
XI-914	15.50	41.09	8.17	Pietraligure (riviera ponente)	accoppiata galleggiante 1 mig. e ½ da terra	L. Galliano
I-915	8 00	40.06	8 27	S. Caterina di Pitinusi (Sardegna)	sola sulla spiaggia	L. Fanni pescatore
IV ?	?	31.12	32.30	Porto Said	sola sulla spiaggia	? guarda-costa

Digitized by Google

Num. d'ordine	DATI DEI LANCI						
	Numero della coppia	Giorno	Ora	Latitudine	Longitudine	Distanze da terra Km.	Nave e Comandante da cui fu eseguito il lancio
			h m				
1	3 Mar. Vol.	probabilmente tra il 10. e il 21 ott. 1920	?	?	?	tra 1 e 2 km. dal molo Lucedio (Genova)	Imbarcazione Mari Volontari di Geno Com. Perazzo
2	11 Mar. Vol.	26-XII-920	15 30	44.23	8.56	2 km. dal molo Lucedio (Genova)	Imbarcazione Mari Volontari di Geno Com. Cav. Perazzo
3	9 Mar. Vol.	26-XII-920	15.50	44.23	8.56	2 km. dal molo Lucedio (Genova)	Imbarcazione Mari Volontari di Geno Com. Cav. Perazzo
4	1 scuola semaforisti	20-IV-921	10.—	44.00	9.50	3 km. dall' Isola Tino	Imbarcazione della semaforisti. Com. C. V. Magliocco
5	2 scuola semafor.						
6	5 scuola semafor.						
7	7 scuola semafor.						
8	26 scuola semafor.						
9	11 scuola semafor.	è da ritenere siano state lanciate tutte insieme con la 4					
10-19	8, 9, 12, 13, 14, 15, 19, 21, 24 sc. semafor.						
20	23 scuola semafor.						
21	26 scuola semafor.						
22	22 scuola semafor.						
23	2 bis sc. semafor.	21-IV-921	9.30	44.01	9.50	1 km. dall' isola Tino	Imbarcazione della S semafor. Comandan C. C. V. Magliocco
24	5 bis sc. semafor.	è da ritenere sia stata lanciata insieme alla precedente					
25	1 Istituto Nautico Camogli	23-IV-921	10.—	44.19	9.08	1 km. circa da Punta delle Chiappe (promontorio di Portofino)	Imbarcazione a rel. d l'Istituto nautico di C mogli. Com. Molfino insegnante educ. fisi
26	102 Acc. Navale	5-V-921	11.30	43.29	10.18	2 km. innanzi Antignano (Livorno)	R. C. T. Irrequieto Com. C. C. C. Baldi

Digitized by Google

DATI DEL RINVENIMENTO						
ANNO	ORA	LATITUDINE	LONGITUDINE	LOCALITÀ	CONDIZIONI	NOME DI CHI RINVENNE LA BOTTIGLIA
	h m					
1921	?	41.36	9.20	Santa Lucia di Ponte Vecchio Costa Sud-Est Corsica	sola sulla spiaggia	M.elle Jacqueline Carli
921	19.	43.20	5.20	Isola Rioce. Golfo di Marsiglia	sola galleggiante a 20 m. dalla spiaggia	P. Vacca pescatore
1920	9.	44.20	8.30	Albissola Capo (riviera ligure ponente)	accoppiata galleggiante ad 1 migl. da terra	A. Maccari pescatore
921	3.55	44.19	8.30	Porto di Savona	sola galleggiante a 20 m. dalla spiaggia	L. Verdolino carabiniere
1921	14.30	44.19	8 30	Porto di Savona	sola galleggiante a 200 m. dalla spiaggia	L. Verdolino carabiniere
1921	14.—	44.19	8.30	Porto di Savona	sola galleggiante a 20 m. dalla spiaggia	L. Verdolino carabiniere
1921	14.—	44.19	8.30	Porto di Savona	sola galleggiante a 20 m. dalla spiaggia	L. Verdolino carabiniere
1921	19.—	44.19	8.30	imboccatura del porto di Savona	accoppiata galleggiante a 500 m. da terra	P. Reccagno chiattaiolo
1921	20. —	44.19	8.30	innanzi al porto di Savona	accoppiata galleggiante a 800 m. da terra	P. Vigliargio
1921	18.—	44.19	8.30	Savona. Torrente Letimbro	accoppiata galleggiante a 500 m. dalla spiaggia	S. Fiorito
1921	15.—	44.19	8.30	Savona	accoppiata-impigliata in un pontone a 1 km. da terra	S. Liguori e 7 com. op. della Ditta Fogliotti
1921	16.—	44.19	8.30	Avamporto di Savona	accoppiata galleggiante	S. Fiorito e E. Merrica pescatori
1921	8.—	44.19	8.30	Porto di Savona	accoppiata galleggiante a 20 m. da terra	L. Verdolino carabiniere
1921	7.—	44.07	9.41	Vernazza (riviera ligure levante)	accoppiata galleggiaate ad 1 migl. da terra	F. Pastine, A. Pastine, F. Grosso, pescatori
1921	10.—	42.08	3.06	Gruissan (Aude, Francia)	accoppiata galleggiante a 4 m. da terra	A. Monie pescatore
1921	15.55	44.21	9.09	innanzi alla spiaggia di Camogli (riviera ligure levante)	accoppiata galleggtante a 200 m. da terra	G. Massoice e E. Ciuffardi
921	17.00	43.31	10.20	Ardenza (Livorno)	sola a terra	L. Baroni studente nautico

Digitized by Google

Num. d'ordine	Dati dei lanci: Numero della coppia	Giorno	Ora	Latitudine	Longitudine	Distanze da terra Km.	Nave e Comandante da cui fu eseguito il lancio
			h m				
27	3 ter sc. semafor.	10 V-921	10.50	44.01	9 51	1 km. a sud dell'isola Tino	Imbarcazione della semaf. Com. Capo maf. di 2. R. Januc
28	114 R. Acc. Navale	12-V-921	16.20	43.29	10.12	10 km. innanzi Antignano (Livorno)	R. T. 75 0 L T Com. 1 T. V. Malusa
29	105 R. Acc. Navale	12 V-921	16.45	43.28	10.19	2 km. di fronte al semaf. Montaccio tra Antignacco e Castiglioncello	R. C. T. Irrequieto Com. C. C. C. Baldi
30	5 Istituto nautico di Camogli	19-V-921	15.00	44.19	9.06	3,5 km. da punta Chiappe (Portofino)	Imbarcazione a vela l'Istit. naut. di Camo Com. Prof. F. Molfi
31	108 R. Acc. Navale Livorno	23-V-921	9.20	43.12	10 10	9 km. circa a N. foce dell'Arno	R. C. F. Irrequieto Com. C. C. C. Baldi
32	17 Istituto Nautico di Camogli	6-VI-921	11 00	44.19	9.06	3,5 km. da punta Chipape (promont. di Portofino	Imbarcazione dell'Is Nautico di Camog Com. Prof. F. Molfi
33	18 Istituto Nautico di Camogli	9-VI-921	11.00	44.19	9.06	3,5 km. da punta Chiappe (promont. di Portofino)	Imbarcazione a vela d l'Ist. naut. di Camo Com. Prof. F. Molfi
34	15 Istituto Nautico Camogli	17-VI-921	22.—	44.19	9.05	4,5 km. circa da punta Chiappe (promontorio Portofino)	Hello « Idea » n. 56 Camogli, Cap. F. Oliv
35	1 Negrotto Cambiaso	18-VI-921	17.20	44 18	9.07	3 km. circa da punta Chiappe	Yacht « Grappa ». Co proprietario P. Negr to Cambiaso
36	2 Negrotto Cambiaso	18-VI-921	17.20	44.18	9.07	3 km. circa da punta Chiappe	Yacht « Monte Grapp Com. Marchese P. N grotto Cambiaso pro
37	12 Istituto Nautico Camogli	28-VI-921	1.20	44.17	9.10	3,5 km. circa dal promontorio di Portofino	Battello « Angelo » n. Cap. G. Biancotti
38	11 Istituto Nautico Camogli	7-VII-921	3.00	44.17	9.10	3,5 km. circa dal promontorio di Portofino	Battello « Luigi » n. Cap. G. Biancotti
39	11 Istituto Nautico Camogli	18-VII-921	19.—	44.17	9.11	2 km. dalla punta di Portofino	Battello « Teresa » n. Cap. A. Gozzo
40	7 Istituto Nautico Camogli	18-VII-921	22.00	44.18	9.08	2 km. dal promontorio di Portofino	Battello « Teresa » n. Cap. A. Gozzo
41	4 sucola semafor.	2-VIII-921	9.30	44.01	9.51	1,5 km. dall'isola Tino	Imbarcazione R. scuol Semafor. Com. il Co della Scuola
42	81 marin. volontari Genova	2-X-921	19.00	44.22	8.56	2,5 km. dal molo Lucedio Genova	Imbarcazione dei Vol tari Marinai, Com. Ca Perazzo

Digitized by Google

DATI DEL RINVENIMENTO						
ıo	Ora	Latitudine	Longitudine	Località	Condizioni	Nome di chi rinvenne la bottiglia
921	h m 7.00	44.19	8.30	Porto di Savona	accoppiata galleggiante presso molo frangiflutti	G. B. Zini
921	17.00	41.12	9.15	Stretto di Bonifacio isola Cavolo	sola galleggiante a circa 3 mg. da terra	P. Bastelica pescatore
921	9.	42.55	9.21	Pino, Capo Corso	sola galleggiante a 2 mg. dalla costa	L. Tolaini, padrone pescatore
921	17.00	40.52	8.24	Porto Torres (Sardegna)	accoppiata galleggiante a 4 m. dalla spiaggia	S. Marsala
21	17.00	43.33	9.17	Innanzi al Porto di Livorno	sola galleggiante a circa 50 m. innanzi la bocca del porto	G. Butteri
921	18.00	43.10	5.40	St. Cyr sur mer (Var. Francia)	accoppiata galleggiante a 20 m. da terra	P. Coundouris
921	10.00	43.02	6.08	penisola di Giens presso le isole Hyeres	accoppiata galleggiante a 10 m. da terra	M. Ramel et M. Costa, padroni pescatori
921	19.30	43.06	5.53	spiaggia Cavalos a Nord di Capo Sipet (St. Mandrier Varo)	accoppiata galleggiante a 200 m. da terra	F. Montanari marino fornitore di sabbia
921	?	43.06	6.24	Capo Benat (Varo Francia)	accoppiata galleggiante a 150 m. dalla spiaggia	A. Bret, guardiano del faro
921	7.00	41.27	2.16	Badolona provincia di Barcellona (Spagna)	accoppiata galleggiante a 50 m. dalla spiaggia	? ?
921	16.00	44 23	8.58	Sturla (Genova)	accoppiata galleggiante a 50 m. dalla spiaggia	B. Montaldo
921	20.10	44.21	8.35	Varazze (riviera ligure di ponente)	accoppiata galleggiante a 3 mgl. da terra	A. Ghigliazza pescatore
921	15.00	41.23	9.02	Nervi (riviera ligure di levante)	accoppiata galleggiante a 70 m. dalla spiaggia	A. Rogezione
del 921	?	—	—	presso Sestri Ponente	? ?	? ?
921	8.15	43.06	10.33	S. Vincenzo (provincia di Pisa)	accoppiata sulla spiaggia	L. Baschieri
21	9.30	43.30	7.08	Antibes (Alpi marittime Francia)	sola galleggiante 5 mgl. dal capo d'Ortibes Antibes	J. Napello, padrone pescatore

Digitized by Google

Num. d'ordine	DATI DEI LANCI						
	Numero della coppia	Giorno	Ora	Latitudine	Longitudine	Distanze da terra Km.	Nave e Comandante da cui fu eseguito il lancio
			h m				
43	87 Marinai Volontari Genova	9-X-921	15.45	44.23	8.57	2 km. dal molo Lucedio Genova	Imbarcazione dei ma nai volontari, Com. C Perazzo
44	68 Marin. Volontari	25-X-921	0.30	43.19	9.29	31,5 km. da Capo Corso 72 dalle secche di Vado	Piroscafo «Fagerne Com. F. Lavarello, S Naz. Nav.
45	106 Marin. Volontari	16-XII-921	8.30	44.23	8 57	1 km. dal molo Lucedio Genova	Imbarcazione mari volontari, Com. C Perazzo
46	129 Marin, Volontari	23-II-922	20.45	44.06	9.21	22 km. circa da punta del Mesco (Levanto) (riviera ligure di levante)	Piroscafo B. Assare Com. G. Colotto
47	131 Marin. Volontari	23-II-922	21.30	44.02	9.25	20 km. circa da punta del Mesco (riv. levante)	Piroscafo B. Assare Com. G. Colotto
48	133 Marin. Volontari Genova	23-II-922	22,10	43.56	9.31	25 km. circa da punta del Mesco (riv. levante)	Piroscafo B. Assare Com. G. Colotto
49	135 Marin. Volontari	23-II-922	22.40	43.52	9.35	23 km. da isola Tino (Golfo di Spezia)	Piroscafo B. Assare Com. G. Colotto
50	138 Marin. Volontari Genova	14-IV-922	14.05	43.52	9.42	22 km. dall' isola Tino (golfo di Spezia)	Piroscafo B. Assare Com. G. Colotto
51	139 Marin. Volontari	14-IV-922	14.40	43.56	9.39	19 km. dall' isola Tino	Piroscafo B. Assare Com. G. Colotto
52	141 Marin. Volontari	14-IV-922	15.30	44.01	9.32	15,5 km. da punta del Mesco (riviera levante)	Piroscafo B. Assare Com. G. Colotto
53	144 Marin. Volontari	14-IV-922	17.00	44.10	9.21	10 km. da punta Manara (Sestri Levante)	Piroscafo B. Assare Com. G. Colotto
54	105 Marin. Volontari	2-VI-922	12.00	44.15	9.13	5,5 km. circa dalla Punta di Portofino	Piroscafo B. Assare Com. G. Colotto
55	113 Marin. Volontari	2-VI-922	14.55	43.57	9.35	20 km da capo di Monte Negro (tra isola Tino e Punta Mesco)	Piroscafo B. Assare Com. G. Colotto
56	115 Marin. Volontari	2-VI-922	15.20	43 54	9.38	22 km. da isola Tino	Piroscafo B. Assare Com. G. Colotto
57	122 Marin. Volontari	11-VI-922	17.25	44.13	9.10	10 km. dalla punta di Portofino	Piroscafo B. Assare Com. G. Colotto
58	124 Marin. Volontari	11-VI-922	17.55	44.15	9.09	7 km. dal promont. di Portofino	Piroscafo B. Assare Com. G. Colotto
59	148 Marin. Volontari	17-VI-922	15.30	44.15	9.12	5,5 km. dalla punta di Portofino	Piroscafo B. Assare Com. G. Colotto
60	149 Marin. Volontari	17-VI-922	15.40	44.14	9.13	7 km. dalla punta di Portofino	Piroscafo B. Assare Com. G. Colotto
61	151 Marin. Volontari	17-VI-922	16.07	44.11	9.17	12 km. dalla punta di Portofino	Piroscafo B. Azzare Com. G. Colotto
62	152 Marin. Volontari	17-VI-922	16.22	44.09	9.18	14 km. da punta Manara (riviera di levante)	Piroscafo B. Azzare Com. G. Colotto

Digitized by Google

DATI DEL RINVENIMENTO						
ANNO	ORA	LATITUDINE	LONGITUDINE	LOCALITÀ	CONDIZIONI	NOME DI CHI RINVENNE LA BOTTIGLIA
922	h m 9.00	36.55	6.53	presso Philippeville (Algeria)	sola galleggiante a 1 m. dalla riva	L. Bonacorsi
1921	?	43.23	3.41	Cette Marseillan Herault France	sola galleggiante a 20 m. dalla spiaggia	E. Roques pescatore
1921	10.00	44.16	8.27	innanzi isola Bergeggi (riviera ligure ponen.)	sola galleggiante a 1500 m. da terra	C. Ganduglia
922	5.00	41.38	2.46	Malgrat provincia di Barcellona	? galleggiante a 100 m. dalla costa	A. Ayzo capitano del Laud Enrique
922	?	43.22	4.56	Martigues, golfo di Fos France	sola galleggiante a 2 miglia circa dalla costa	T. C. Piston padrone pescat.
a dei 922	?	—	—	presso Nizza (Francia)	? ? ?	? ?
922	10.—	44.03	9.50	Prà Palmaro (isola Palmaria)	accoppiata nel momento di giungere alla spiagg.	N. Ferrari
922	6.00	44.16	9.22	Sestri Levante (riviera ligure di levante)	sola galleggiante a circa 3 miglia dalla costa	M. Bò
1922	9.00	41 16	1.59	Casteldefels prov. di Barcellona (Spagna)	? sulla spiaggia	B. Julvè
22	9.00	44.02	8.14	Albenga (riviera ligure ponente)	sola galleggiante a circa 800 m. dalla costa	? ?
l del 922	?	44.05	9.52	Golfo di Spezia	sola galleggiante a 1 miglio circa da terra	M. Landi, padrone marin.
922	4 00	44.08	9.38	innanzi Punta Mesco riviera levante	sola galleggiante a 1 1/2 km. da terra	G. Campodonico
1922	14.20	41.27	12.36	in prossimitS di Porto d'Anzio spiagg. romane	sola sulla spiaggia	C. De Felici, Capolavoratori di Porto d'Anzio
922	6.00	42.50	10.10	Portoferraio (isola d'Elba)	sola galleggiante a 4 miglia da terra	F. Spasi
922	16.45	44.23	8.39	Cogoleto (riviera ligure ponente)	sola galleggiante a 3 m. dalla spiaggia	F. Bernardi
922	16.—	44.21	9.09	Camogli (riviera ligure levante)	accoppiata galleggiante a 1000 m. cir. dalla costa	L. Gardella pescatore
922	12.—	44.02	9.59	Golfo di Spezia, Punta Bianca	sola galleggiante 2 km. dalla spiaggia	N. Nespeca
922	pomeriggio	44 03	9.51	isola Palmaria	? galleggiante a circa 1000 m. dalla costa	E. Zembi
922	12.00	43.30	10.19	Antignano (Livorno)	accoppiata galleggiante a 500 m. dalla costa	P. Aliboni
	6.25	44.02	9.55	alla bocca del golfo di Spezia	accoppiata galleggiante circa 10 m. da terra	U. Spina pescatore

Digitized by Google

Num. d'ordine	DATI DEI LANCI						
	Numero della coppia	Giorno	Ora	Latitudine	Longitudine	Distanze da terra Km.	Nave e Comandante da cui fu eseguito il lancio
			h m				
63	156 Marin. Volontari	17-VI-922	17.00	44.03	9.25	19 km. da Punta Monte Grosso (riviera levante)	Piroscafo Assareto Com. G. Colotto
64	157 Marin. Volontari	17-VI-922	17 15	44.02	9.27	20 km. da punta del Mesco (riviera levante)	Piroscafo Assareto Com. G. Colotto
65	162 Marin. Volontari	26-VI-922	2.50	44.06	9.28	12 km. da punta di Monte Grosso (riv. lev.)	Piroscafo Assareto Com. G. Calotto
66	—	31-III-921	0.30	41.30	12.15	24 km. da Torre S. Lorenzo (spiagg. romane)	Piroscafo D. Alighier Soc. di Nav. Trans. Ita Cap. S. Canessa
67	17 Marin. Volontari	29-V-921	6.00	42,57	10.25	4,5 km. dal Capo dell' isola d'Elba 7 km. dal capo di Piombino	Piroscafo Massaua del Soc. di Nav. Maritt. Ita Cap. C. Pomarici
68	12 Negrotto Cambiaso	20-VII-921	15.40	41.56	11.53	13 km. da spiaggia romana tra S. Severo e Palo	Bastim. a vela « Grappa Com. P. Negrotto Cam biaso proprietario
69	13 Negrotto Cambiaso	20-VII-921	16.00	41.55	11.53	14,5 da spiaggia romana tra S. Severo e Palo	Bastim. a vela « Grappa Com. P. Negrotto Cam biaso proprietario
70	19 Negrotto Cambiaso	29-VII-921	17.15	40.11	14 56	9 km. a SW da punta Licosa	Bastim. a vela « Grappa Com. P. Negrotto Cam biaso proprietario
71	20 Negrotto Cambiaso	29-VII-921	17.45	40.09	14,49	11 km. da punta Licosa	Bastim. a vela « Grappa Com. P. Negrotth Cam biaso proprietario
72	21 Negrotto Cambiaso	1-VIII-921	16.50	38.23	15.45	28 km da Capo Vaticano	Bastim. a vela « Grappa Com. P. Negrotto Cam biaso proprietario
73	22 Negrotto Cambiaso	1-VIII-921	16.50	38.23	15.45	28 km. da Capo Vaticano	Bastimento « Grappa Com. P. Negrotto Cam biaso proprietario
74	23 Negrotto Cambiaso	1-VIII-921	16.50	38.23	15.45	28 km. da Capo Vaticano	Bastimento « Grappa Com. P. Negrotto Cam biaso proprietario
75	29 Marin. Volontari	28-IX-921	19.01	42.01	11.38	14,5 km. da Capo Linaro	Piroscafo « Porto di A lessandretta » Marit Italiana, Cap. Merlo
76	77 Marin. Volontari	30-X 921	8.30	42.16	11.08	6,5 km. da isola Giannutri	Piroscafo Ansaldo « Naz. di Navigazione Cap. G. Giribaldi

Digitized by Google

DATI DEL RINVENIMENTO						
ORNO	ORA	LATITUDINE	LONGITUDINE	LOCALITÀ	CONDIZIONI	NOME DI CHI RINVENNE LA BOTTIGLIA
II-922	h m 19.30	44.20	8.55	Porto di Genova	sola galleggiante 4 miglia fuori del porto	? ? ? barcaiolo 634 Genova
VI-922	18.00	44.03	9.50	Portovenere (Spezia)	accoppiata galleggiante a 3 km. dalla costa	L. Martellucci
II-922	12.00	43.24	6.48	St. Rafael (Varo Francia)	sola galleggiante a 150 m. dalla spiaggia	R. Süe albergatore
IV-921	10.00	41.27	12.38	Porto d'Anzio (Lazio)	? ? ?	F. d'Angelo
na del III-921	?	44.10	9.29	Moneglia (riviera ligure di levante)	? galleggiante a circa 60 m. dalla riva	G. Marcone di Aronne
II-922	pomeriggio	41.27	12.38	Porto d'Anzio, spiaggie romane	ricuperata nel rastrellamento del fondo per mezzo di rete a sacco	P. Rinaldi, marinaio autorizzato
II-921	9.30	41.49	12.12	Tra Fiumicino e Maccarese, spiaggie romane	accoppiata galleggiante 50 m. da riva	L. Panzieri, segretario ministero finanze
II-921	10.—	40.15	14.54	Punta Licosa golfo di Salerno	accoppiata galleggiante a 100 m. dalla spiaggia	F. Izzo pescatore
na del II-921	?	40.16	14.56	St. Maria di Castabellotto, golfo di Salerno	accoppiata galleggiante a 4 km. dalla spiaggia	F. Coppola pescatore
X-921	11.30	38.15	15.40	Cannitello stretto di Messina, prov. di Calabria	accoppiata galleggiante a 20 m. dalla spiaggia	F. Carbone
III-921	16.—	38.26	15.54	Gioia Tauro, prov. di Reggio Calabria	accoppiata galleggiante a pochi m. dalla spiaggia	N. Anterici
III-921	?	38.11	15.34	imboccatura del porto di Messina	accoppiata galleggiante a 300 m. dalla spiaggia	F. Bonda, G. Auditore, A. Rudilasso, equipaggi di barca da pesca Domenichino
I-922	12.—	38.01	12.30	Trapani (Sicilia)	sola sulla spiaggia	Bambini dell'ospizio Marino « Sieri-Pepoli »
I-921	13.00	42.43	10.15	Marina di Campo, isola d'Elba	accoppiata galleggiante a 75 m. dalla spiaggia	A. Greco della barca da pesca S. Giuseppe

Digitized by Google

***

Riferendomi alla mia prima relazione ritengo superfluo esaminare partitamente ciascuno dei casi di rinvenimento dei galleggianti di queste due serie 1914 e 1920-22; credo sufficiente sottoporre a discussione i soli casi che sembrano contradire le conclusioni di quella prima relazione, o che appaiono dubbi.

Nella suddetta comunicazione del Bollettino del Comitato talassografico riassunsi i risultati della prima serie dei lanci nella seguente proposizione: « Le acque del Mar ligustico, e « si può aggiungere della parte settentrionale del Mediterraneo « occidentale lungo le coste francesi, hanno in tutte le stagioni « un moto generale da oriente ad occidente, probabilmente « seguendo alquanto l'inclinazione verso nord o sud delle di- « verse porzioni di coste che bagnano. Tale moto però, benchè « sia quasi nullo nella parte centrale del bacino, tuttavia non « forma una corrente strettamente litoranea, radente, ma in « tal modo regolare si ha solo a qualche distanza dalla costa, « mentre in immediata vicinanza di questa i moti sono irre- « golari, vari di senso nelle diverse insenature e variabili col « tempo a seconda delle condizioni meteoriche ».

Già il primo esame sommario dei dati del precedente quadro generale, fatto prendendo in considerazione unicamente la situazione del luogo di ricupero del galleggiante rispetto a quello di lancio, fa vedere che anche nei rinvenimenti della serie 1914 e 1920-22 prevalgono i casi indicanti spostamenti da oriente verso occidente. Ed infatti di 36 delle 53 coppie del 1914 ricuperate, il punto di ricupero è situato ad occidente di quello di lancio, e di sole 17 risulta invece ad oriente; e similmente con una proporzione quasi esattamente la stessa di 2 : 1, nella serie del 1920-22 su 65 (prendendo in esame solo i galleggianti messi a mare propriamente entro il Mar ligure) coppie rinvenute, 45 furono ritrovate ad occidente e 20 solamente ad oriente del meridiano del punto di lancio.

Il solo dato della situazione del punto di ricupero rispetto a quello di lancio non può essere però un elemento sufficiente per concludere sulla via realmente seguita dal galleggiante nella sua, talora anche lunga, permanenza in mare, e maggiormente quando si tratti di percorsi considerevolmente lunghi con luogo di rinvenimento fuori, ed anche molto lontano, dal Mar ligure. È quindi necessario un esame più particolare dei

Digitized by Google

casi che alla prima sembrano indicare spostamenti in senso contrario a quello della tradizionale corrente litoranea del Mediterraneo, tanto più in seguito alle deduzioni apparentemente diverse alle quali giunsero i proff. Marinelli, Dainelli, Stefanini e Baldasseroni (1) nelle loro esperienze, eseguite in modo simile al nostro con lancio di galleggianti, per lo studio delle correnti del Tirreno e delle obbiezioni dai medesimi elevate contro le conclusioni di quella mia prima relazione. Tale esame dovrà perciò farsi mettendo in relazione i casi contrari con quelli favorevoli e prendendo in considerazione tutti gli altri dati di fatto che possono valere a fornire elementi di giudizio intorno alla specie dei movimenti di trascinamento subiti dal galleggiante.

In tal modo adunque studiando i lanci del 1914 si può cominciare a portar via dal numero delle coppie che depongono in senso contrario alla litorale tradizionale le coppie 12, 48 e 49, ritrovate in Tunisia, giacchè si può bene ammettere che abbiano effettuato la prima parte del loro cammino, quello cioè nel Mar ligure e appresso anche lungo le coste francesi e le ispane, nel senso della litorale stessa mediterranea e ripiegato poi indietro, senza entrare nel Mar d'Alboran, abbiano ripreso a seguire ancora la tradizionale litorale lungo le coste africane da occidente ad oriente, come ammettono pure i proff. Dainelli, Marinelli e Stefanini per altre loro coppie ritrovate in località prossime a quelle di ricupero delle nostre. Eguale interpretazione si deve dare alle indicazioni delle coppie 50 e 53 ritrovate in Sicilia rispettivamente e a Port Said.

In modo analogo va pure considerata la 21 rinvenuta in Corsica sulla costa occidentale in località molto prossima a

---

(1) O. Marinelli e G. Platania. *Della corrente litorale del Mediterraneo.* Memorie geografiche. N. 6, 1908.

O. Marinelli, *Sulla corrente litorale nel Golfo di Genova.* Rivista Geografica italiana, Anno XVI, (1909), fasc. VI.

G. Dainelli, O. Marinelli e G. Stefanini, *Esperienze sulle correnti nel Tirreno.* Memorie geografiche. N. 22. Giugno 1913.

Dainelli, Marinelli, Stefanini, *A proposito di una nuova serie di osservazioni sulle correnti nel Golfo di Genova* Rivista geografica italiana. Anno XXII, (1915), fasc. II.

V. Baldasseroni e G. Stefanini, *Risultati di una serie di esperienze sulle correnti del Tirreno.* Atti dell'VIII° Congresso geografico italiano. Firenze, 28 Marzo 6 Aprile 1921, vol. II, p. 185.

Digitized by Google

quella in cui fu ricuperata la 78 dei lanci del Marinelli e collaboratori del 1909 a Livorno, tanto più che la 21 fu messa a mare insieme con la 22, ritrovata un mese circa prima a Spotorno sulla riviera ligure di ponente. Con questa 21 vanno messe in relazione la 4, ritrovata pure essa in località prossima della costa della Corsica, la 32 nello stretto di Bonifacio e le 20 e 52 sulla costa occidentale della Sardegna, delle quali però il punto di ricupero risulta già ad occidente di quello di lancio. Particolarmente sulla via che avrà seguito la 4 forniscono indizi le 3 e 5, messe a mare lo stesso giorno, la 3 alla stessa ora e luogo, la 5 poche ore solamente più tardi, giunte l'una, la 3, sulla costa francese a St. Tropez, l'altra quasi all'estremità occidentale della riviera ligure, ad Oneglia. Il cammino di tutte queste può perciò ritenersi con alto grado di probabilità sia stato nella prima parte lo stesso di quello ammesso per le coppie ritrovate in Sicilia e sulla costa africana, cioè lungo le coste di tutto il Mar ligure, compresa in queste una porzione delle coste francesi sino circa alle isole Hyeres, o poco innanzi, completatosi poi in un ramo di corrente che dall'intorno di quelle isole si diriga verso la Corsica.

Ammessa l'esistenza di un tal ramo dalle coste francesi verso la Corsica, si può anche pensare che esso prosegua verso le coste toscane della penisola italiana venendo così a completare nel bacino ligure un circuito percorso tutto in senso contrario a quello delle lancette dell'orologio, circuito che potremo dire ciclonico. Ad esso può allora essere attribuito il trascinamento delle coppie 2, 23 e 24 ritrovate all'Elba. E si noti che le 3 e 5, lanciate pochi giorni dopo, indicano tanto a nord, presso terra, quanto più al largo, un movimento delle acque nella parte settentrionale del Mar ligure in quell'epoca, dalla metà di marzo ai primi di aprile, verso ponente. Ed un trascinamento nello stesso senso nella prima parte del percorso ammettono pure i proff. D. M. S., per le loro coppie 14, ritrovata all'Elba, e 20 a Piombino, gettate anche circa la medesima epoca, alla fine cioè di marzo. Essi però interpretano il ritrovamento a Sud-Est come dovuto ad un successivo ritorno indietro del galleggiante per effetto di un moto delle acque in senso contrario dominante nei mesi seguenti. I risultati però dei nostri lanci effettuati nei successivi mesi del 1914 non forniscono dati che comprovino l'esistenza nel Mar ligure di un tal moto generale in senso contrario alla presunta litorale,

Digitized by Google

giacchè la maggior parte delle coppie ricuperate, anche di quelle messe a mare nei mesi da maggio ad agosto, furono rinvenute a ponente.

Nelle indicazioni della coppia 14 del 1914 ritroviamo le vicende di parecchie altre lanciate l'anno precedente nella parte più settentrionale del golfo, a ponente di Portofino. Anche in questo caso abbiamo la 13, il cui periodo di galleggiamento comprende quello della 14, rinvenuta a ponente. Dalle indicazioni di simili casi, tenuto conto insieme del periodo di galleggiamento, delle condizioni del rinvenimento, della vicinanza del punto di ricupero da quello di lancio, non possiamo dedurre che una irregolarità di moti in quei mesi ed in quei paraggi, particolarmente ad occidente del promontorio di Portofino, e forse, più concretamente, l'esistenza di zone a moti diversi, la esterna nel senso sempre della litoranea, verso Ovest, la più interna, cioè più prossima a terra, verso Est. Nei primi giorni di Maggio, dall'1 al 4, nel quale ultimo giorno fu messa a mare la 14, alte pressioni dominavano a Nord-Est, del Mediterraneo e si estendevano sino alla parte orientale di questo mare nei giorni 1 e 2, vi penetravano più ampiamente il 3 e l'occupavano quasi per intero il 4, mentre le basse pressioni che prima vi regnavano si ritiravano ad occidente: i venti da SE a SW al principio, risalivano appresso verso l'E ed il N sino al NW. Il 5 i venti tornavano a piegare verso l'E sino al SSE, e quando il 6 le alte pressioni si ritiravano di nuovo verso oriente con l'entrare da Ovest e da Nord-Est delle basse sotto forma di un'ampia sacca, vanno da WNW a NNE. Ampliandosi il 7 la sacca, la quale assume allora il carattere di una vera depressione derivante da una principale con centro sulla Manica ed abbraccia quasi tutto il Mediterraneo, sul quale però si protende un promontorio dalle più alte pressioni situate a Sud, sull'Africa, i venti sono da E a NE Come al solito riconosciamo anche in questi giorni un continuo variare delle condizioni bariche e dei venti, d'altronde anche solo moderati ed anche di minor intensità, che quindi non potevano esercitare decise azioni generali di trascinamento in pieno mare.

Interessante riesce l'esame della serie di coppie 30, 31, 32, 33, 34 e 35, lanciate entro l'intervallo di 41 ore, dalle $23^h.10^m$ del 30 giugno alle $16^h.05^m$ del 2 luglio. Le 30 e 33 furono ritrovate a levante, le 32, 34 e 35 a ponente, la 31 sullo

Digitized by Google

sullo stesso meridiano del punto di lancio più a Nord. Più particolarmente le 33 e 34 furono lanciate insieme e ritrovate una, la 33, un poco ad oriente del punto di lancio nell'insenatura di Santa Margherita sulla costa orientale del promontorio di Portofino, l'altra invece, la 34, ad occidente dello stesso promontorio; delle 30, 31 e 32, gettate a mare tutte dallo stesso piroscafo « Catania » nella sua rotta verso Sud-Est, ad intervallo di 50^m la seconda dalla prima, e di $1^h.45^m$ la terza dalla seconda, la 31 fu ritrovata quasi esattamente a Nord del punto di partenza, la 30 a Sestri levante, la 32, che è quella fra tutte messa a mare più a Sud-Est, a ponente, a molto maggior distanza dal luogo di lancio, in Corsica. Lasciando a parte quest'ultima, le cui indicazioni, le quali si ricollegano, come innanzi è stato notato, con quella della 21, ritrovata pure in Corsica, e, fornendo prova in appoggio del percorso ammesso per la medesima 21, mostrano anche in luglio-agosto l'esistenza di moti al largo verso ponente, notiamo che le altre indicano un comune senso di spostamento verso Nord, verso terra, del quale si trovano indizi anche nei lanci della stessa epoca nell'anno precedente. Tenendo pure conto del tempo compreso tra le date di lancio e di ricupero in rapporto alla distanza tra i punti ove ciascuna fu messa a mare e ritrovata, può più che altro dedursi che le coppie ora in considerazione inducono a ritenere in quell'epoca luglio-agosto l'esistenza di una zona di acque abbastanza estesa verso il largo a moti piuttosto irregolari e complessi con una componente comune verso terra, moti sulla precisa direzione dei quali nella fascia di acque più prossima a terra deve influire notevolmente, in dipendenza pure alle condizioni meteorologiche, il promontorio di Portofino, mentre però più al largo seguitano ancora a prevalere i moti più regolari verso ponente. Quei moti verso terra potrebbero essere messi in relazione con la direzione generalmente regnante dal mare verso terra (prevalentemente meridionale specialmente nella parte più settentrionale) dei venti nella stagione estiva, come mostrano le osservazioni costiere, venti che possano ritenersi corrispondere alla differenza di condizioni termiche del mare e della terra circostante.

La 38 è quella che per il tempo trascorso tra lancio e ricupero e per le condizioni nelle quali fu ritrovata indica più sicuramente uno spostamento verso Sud-Est, cioè in senso con-

Digitized by Google

trario alla presunta tradizionale litoranea. Con essa va considerata la 39. Nel trarre deduzioni però dobbiamo tener presente che la 32, la quale ha fatto il suo percorso pure in quell'epoca stessa, fu ritrovata a ponente del luogo di partenza.

La 40, messa a mare a latitudine di un solo primo più a settentrione della 38, parrebbe mostrare ancora moto di senso contrario a quello della litorale; però il suo punto di approdo a terra si trova quasi ad Est, solo di poco più a Sud di quello di lancio, può perciò piuttosto considerarsi come indicante anche essa una azione di sospingimento a terra.

Le 41 e 44, lanciate in punti abbastanza notevolmente lontani l'uno dall'altro e, quasi a metà (il 18) l'una, alla fine, l'altra, di luglio, mostrano pure spostamenti verso Nord-Nord-Est; ma anche di esse risulta relativamente molto breve la distanza tra il punto di lancio e quello di ricupero rispetto al tempo intercedente tra le date di questi due avvenimenti.

Successivi alternati cambiamenti di situazioni bariche e di venti, analoghi a quelli riferiti per i primi giorni di maggio, si ebbero pure in tutto il periodo dal 28 giugno alla metà di agosto nel quale sono compresi i periodi di galleggiamento di queste ultime (dalla 30) coppie esaminate.

Ed ora prima di procedere innanzi secondo questo modo di disamina alla discussione dei casi dei nostri lanci di galleggianti contradicenti alla tradizionale corrente litorale mediterranea per la serie 1920-22, sembra opportuno aggiungere per la serie del 1913 poche altre considerazioni nello stesso ordine di idee ai commenti esposti nella prima relazione.

Ricordo che già in quella prima relazione elevai dubbi se il cammino delle coppie 3 e 25, lanciate l'una il 28 gennaio, l'altra il 25 aprile, e ritrovate ambedue sulle coste della Sicilia, la prima il 16 agosto e la seconda il 21 settembre, debba essere interpretato veramente verso Sud-Est, cioè in senso contrario alla litorale. Per la 3 specialmente, la cui data e luogo di lancio sono compresi tra quelli delle 1, 2 e 4, 5, 6, 7, abbandonate a mare tra la metà di gennaio e di febbraio, e che tutte mostrano spostamenti verso occidente, nel qual senso pure i proff. D. M. S. ritengono in quei mesi il generale senso del moto delle acque, sembra più logico ammettere che anche essa la 3 nella prima parte del suo cammino abbia seguito il moto generale indicato dalle altre. Nello stesso modo pure i

Digitized by Google

suddetti proff. interpretano i percorsi delle loro coppie 15, 19 e 124, ritrovate sulle coste della Sardegna e della Tunisia.

Il medesimo può pure ritenersi con sufficiente fondamento per la 25, giacchè la maggior parte dei galleggianti lanciati in aprile e maggio sono stati ritrovati ad occidente del punto di lancio, e, come notai per casi analoghi del 1914, l'ipotesi di una prima parte di percorso in tale senso e di un successivo ritorno in senso opposto non trova elementi di prova sufficienti nei nostri lanci genovesi, giacchè ancora nei mesi seguenti di giugno, agosto e settembre se vi sono coppie che depongono in favore del moto in senso contrario a quello presupposto della litorale, ve ne sono altre in numero non minore che depongono in senso favorevole. L'esame delle coppie a percorso meno lungo di quello delle 3 e 25 può fornire altri elementi che valgono a far propendere per queste con maggior fondamento per uno od altro cammino, per una od altra interpretazione.

La coppia 8, gettata a lat. 44°.21', long. 9°, il 14 febbraio 1913 dal cacciatorpediniere Ascaro (Com. C. C. Poggi cav. O.) nella rotta verso Sud-Est, un quarto d'ora prima della 9, e mezza ora prima della 10, ritrovate di queste ultime le sole bottiglie superiori sulla spiaggia, ad ovest del punto di lancio ambedue, la 9 a Campo Moro (punta Sud-Ovest della Corsica) dopo 57 giorni, la 10 a Vado sulla riviera ligure di ponente dopo 37 giorni, mentre quella 8 fu ritrovata il giorno seguente al lancio ancora completa, galleggiante alquanto ad Est (long. 9°.4') sulla riviera di levante, a Bogliasco, non può indicare esistenza di moti verso oriente che nella parte più interna, prossima a costa, delle acque del nostro mare ad Ovest di Portofino. Il cammino della 9, considerata insieme con le 18 e 50, ritrovate sulla costa occidentale della Sardegna, tutte ad occidente del rispettivo punto di lancio, può ancora essere interpretato, come nei casi analoghi innanzi esaminati del 1914, effettuatosi ancora secondo la litorale lungo le coste del Mar ligure. Ciò che a mio modo di vedere scaturisce dall'esame di queste tre coppie 8, 9 e 10 considerate insieme è appunto una delle basi della mia deduzione che la corrente generale verso Ovest (Nord-Ovest lungo la riviera di levante, Sud-Ovest lungo quella di ponente) non ha il suo pieno e regolare sviluppo che al largo, mentre più vicino a terra, nelle insenature, i moti sono irregolari, variabili, influenzati in relazione alla configu-

Digitized by Google

razione delle coste dalle condizioni meteorologiche. In quei giorni 12-16 febbraio nei quali è compreso il periodo tra il lancio ed il ricupero della 8 dal Bollettino giornaliero dell'Ufficio centrale meteorologico italiano risulta che dominarono alte pressioni a Nord (tra Nord-Est e Nord-Ovest) del golfo di Genova con basse sul Mediterraneo e venti nella parte più interna del golfo settentrionali moderati intorno a NE e più ancora verso E agli estremi, Porto Maurizio, ed ENE alquanto forte a Livorno. Da tali venti non può pensarsi prodotta una deriva in senso contrario alla litorale, ma invece lo spostamento verso oriente della 8 potrebbe essere attribuito ad una controcorrente generata nella insenatura più settentrionale del golfo ad Ovest di Portofino per l'esistenza di questo promontorio.

Corrispondenti a quelle della 8 con le 9 e 10 appaiono le relazioni della 13 con le 11 e 12, messe a mare queste insieme, solo 6 ore prima e alquanto più a Sud-Est ed al largo dell'altra, e ritrovate ambedue sulle coste francesi. La 13 nell'interno dell'insenatura ad Ovest di Portofino indicherebbe spostamento verso Nord-Est, il tempo però, 3 mesi (18-II - 22-V), trascorso tra la data di lancio e quella di ricupero, in confronto alla breve distanza tra il punto in cui fu abbandonata la coppia e quello ove fu ritrovata la sola bottiglia superiore galleggiante, km. 5,0 circa, non permette deduzioni completamente sicure. Si potrebbe anche per questa pensare ad un primo spostamento nello stesso senso delle 11 e 12, cioè verso ponente ed un successivo ritorno indietro, prova di cambiamento di senso della corrente; ma i dati di fatto che possediamo potrebbero pure trovare spiegazione più semplice nell'ipotesi che le vicende subite dalla coppia in questione si riducono ad uno spostamento nello stesso senso della 8 per effetto della controcorrente nell'insenatura occidentale di Portofino, onde la coppia spinta a costa abbia perduto la bottiglia inferiore, e la bottiglia superiore, rimasta un tempo più o meno lungo a terra, sia stata poi ripresa dal mare ove fu ritrovata galleggiante. Questa più semplice interpretazione è avvalorata dagli altri elementi che si posseggono, dati meteorologici e risultati di lanci, giacchè le condizioni meteoriche dal 14 al 22 ed alla fine di febbraio si mantennero ancora quelle medesime del periodo anzidetto di galleggiamento della 8 e per il resto del tempo, alla fine cioè di maggio, furono molto varie

Digitized by Google

e diverse, ed inoltre la maggior parte delle bottiglie lanciate e ricuperate in questo periodo mostrano ancora spostamenti nel senso della presunta litorale.

La coppia 26 è quella che più validamente potrebbe essere invocata a dimostrazione di un vero moto in senso contrario a quello della tradizionale litorale, cioè verso Sud-Est, essendo anche più lontano il punto in cui fu ricuperata, il golfo di Spezia. Messa quindi in relazione con la 25, lanciata solo 5 giorni prima, potrebbe portare a decidere pure per questa lo stesso senso di spostamento, tanto più che anche la 28, della quale la data di lancio e buona parte del periodo tra il lancio ed il ricupero è compreso entro quello della 26 stessa, indica pure uno spostamento verso Est (verso Nord-Est però). Tuttavia direi piuttosto che il gruppo 25, 26, 27 e 28 è quello che lascia più perplessi, quando considerando insieme le coppie che lo costituiscono si voglia dare dei singoli spostamenti che esse indicano interpretazioni non in controdizione le une con le altre tenendo presente i dubbi già esposti nell'interpretazione del cammino della 25, che il punto di lancio della 28 si trova tra quelli della 8 e della 13, nell'insenatura settentrionale ad Ovest di Portofino, ed infine che la 28 fu lanciata precisamente insieme e nello stesso punto della 27, la cui scheda di ricupero fu ritrovata invece ad Ovest, sulla riviera di ponente, a Voltri. È questo appunto un esempio di quelle non poche contradizioni che i proff. Dainelli, Marinelli e Stefanini nella loro memoria mettono in evidenza ed il cui scioglimento riesce molto difficile, uno di quei non pochi casi nei quali risultano tutte le deficienze del metodo dei galleggianti liberi, casi che perciò non possono essere incontestabilmente invocati in appoggio di una data tesi, ma piuttosto, se mai, esclusi nel trarre deduzioni, se altri elementi almeno non si abbiano a chiarirne le vicende. Le condizioni del tempo nel periodo dal 30 aprile al 16 maggio, nel quale galleggiò la 26, dal bollettino dell'Ufficio centrale di Meteorologia si mostrano varie e poco ben definite sul Mediterraneo: generalmente su questo dominarono basse pressioni quali espansioni di depressioni situate a Nord-Ovest, rimanendo quelle basse pressioni tra più alte ad Ovest e ad Est che andarono spostandosi in quel periodo sino a determinare alla fine di esso una situazione costituita da basse pressioni ad Ovest, sulla Spagna, e più alte ad Est, sul bacino orientale. I venti osservati alle stazioni

Digitized by Google

costiere attorno al Mar ligure e all'alto Tirreno generalmente furono moderati, prevalentemente orientali. È certo che i dati che si ricavano dal Bollettino meteorico giornaliero dell'Ufficio centrale italiano, specialmente riguardo ai venti, sono insufficienti per poter con qualche sicurezza dedurre gli effetti che le condizioni meteorologiche abbiano potuto produrre sui movimenti delle acque marine superficiali, giacchè sarebbero a tale scopo necessari dati almeno anche di osservazioni in pieno mare. Ma per il periodo ora considerato la varietà di condizioni constatata, corrispondente al noto carattere generale di continua variabilità del Mediterraneo, non può permettere di dedurre lo stabilirsi di determinati moti di trasporto, i quali se mai in quel periodo in conseguenza dei venti regnanti osservati alle coste avrebbero dovuto essere nel senso della presunta litorale.

Contraditori appaiono pure i risultati forniti dalla 43 rispetto a quelle delle 44 e 45, gettate queste copie tutte e tre insieme il 26 agosto alla medesima ora, nello stesso punto e ritrovate le due ultime ad occidente, la prima ad oriente del punto di lancio. Tenendo conto delle date di ritrovamento, 1 settembre la prima, 5 settembre le altre due, e delle condizioni nelle quali furono ritrovate, galleggianti tutte, ma coppia completa la prima, la sola bottiglia superiore delle altre due, potrebbero spiegarsi i fatti risultanti ammettendo che da principio abbiano fatto tutte cammino verso terra, a Portofino, in direzione quasi Nord, solo poco piegato verso Est, nelle vicinanze del quale promontorio ancora galleggiante, completa fu ritrovata la 43, mentre le altre due, raggiunta la costa rocciosa nello stesso intorno, avrebbero ivi perduta la bottiglia inferiore, e la superiore ripreso il mare avrebbe seguito un moto più pronunciato nella direzione della tradizionale litorale. Ma in generale riterrei che simili apparenti contradizioni di ritrovamenti di coppie lanciate insieme e ritrovate in direzioni diverse anche opposte si possono complessivamente spiegare, salvo particolarità di secondaria importanza, ammettendo l'esistenza di masse d'acqua contigue più o meno ampie, più o meno profonde moventesi contemporaneamente in direzioni diverse, anche opposte, talchè galleggianti gettati insieme anche nello stesso punto possono venire a trovarsi nella zona limite di tali correnti diverse e nel loro successivo cammino penetrando alcuni in una, altri in altra verrebbero a presentare nel risultato finale dei

Digitized by Google

loro complessivi movimenti, spostamenti diversi, anche opposti. Naturalmente non solo la velocita, ma l'estensione pure di tali correnti contigue diverse e la loro zona limite saranno molto variabili, e gli effetti di trascinamento su galleggianti potranno perciò risultare molto vari e complessi, compreso tra questi pure il lungo vagabondaggio, quando i galleggianti passino alternativamente da una ad altra corrente. In tal modo avrebbe a mio parere ad intendersi in alcuni casi un primo percorso di una coppia in un senso ed un successivo ritorno indietro in senso opposto. Secondo le idee da me esposte nella mia prima relazione però, al largo dominerebbe sempre la corrente nel senso della tradizionale litorale e solo in una zona di acque costiere, più o meno estesa, potrebbero talora sussistere simultaneamente in limitati tratti moti contrari.

Tale ipotesi dell'esistenza simultanea di moti contigui opposti può pure fornire spiegazione delle indicazioni diverse presentate dalle coppie, 40, 41 e 42, essendo il periodo tra il lancio ed il ricupero dell'ultima (16-VIII - 19-VIII) compreso tra quelli delle due precedenti, ritrovate queste due ad occidente sulle coste francesi, mentre la 42 a Sud-Est ad una quindicina di miglia di distanza dal punto di lancio.

Ancora in condizioni analoghe sono le 46 e 47, lanciate insieme poco a Sud del faro di Portofino, trovandosi il loro periodo di galleggiamento (27-VIII-30, 31-VIII) compreso entro quello di lancio e ricupero delle 44 e 45 (26-VIII - 5-IX), che furono lanciate a Sud-Ovest delle prime e furono ritrovate sulla riviera di ponente, mentre le 46 e 47 su quella di levante. L'esistenza di porzioni di acqua scorrente verso occidente alla stessa epoca è pure dimostrata dalla coppia 48 lanciata l'1 settembre, ancora più a Sud-Ovest delle precedenti, e ricuperata il 12 dello stesso mese ad Antibes. Si noti che delle due 46 e 47, ritrovate ambedue galleggianti e complete, fu rinvenuta la prima un giorno prima, a distanza dal punto di partenza un poco maggiore che la seconda, il che porterebbe a dedurre velocità diverse per una stessa corrente. Ciò va pure messo in relazione con le indicazioni fornite dalla 49, la quale deve aver subito un irregolare vagabondaggio di 16 giorni nelle medesime acque di Portofino, come fu già notato nella prima relazione. Analoghi complessi movimenti di va e vieni ammettono pure i proff. Dainelli, Marinelli e Stefanini anche per alcune loro coppie, come per la 108, ritrovata negli stessi pa-

Digitized by Google

raggi, a Riva Trigoso, nelle acque intorno al promontorio di Portofino (memoria 22 p. 229). Le situazioni bariche ed i conseguenti venti, quali risultano dai dati del Bollettino dell'Ufficio centrale meteorologico italiano, in tutto quel mese di Agosto 1913 e seguenti primi giorni di Settembre furono molto vari: aree di alte e basse pressioni andarono successivamente spostandosi all'intorno del Mediterraneo in tutte le direzioni Nord, Sud, Est, Ovest; si ebbe pure sul Mediterraneo una depressione ciclonica con centro sull'Italia centrale il 14 agosto, saccature da Est e da Sud-Est nei giorni dal 21 al 23: i venti furono generalmente deboli e moderati del semicerchio settentrionale: in particolare nel periodo di galleggiamento della 42 il 16 luglio dominavano alte pressioni a Nord-Ovest del Mediterraneo, un minimo di pressione si aveva sulla Polonia, i venti erano intorno al Mar Ligure deboli da NW ad ENE; il 17 una striscia di alte pressioni si trovava tra due aree di basse, l'uno sul Marocco e Spagna, l'altro sulla Germania, mentre alte pressioni si avevano a Sud sulle acque africane e a Nord sulla Normandia, i venti erano orientali moderati; il 18 le pressioni sul Mediterraneo decrescevono da oriente ad occidente, a Livorno il bollettino indica venti di ENE, a Spezia di NW, a Porto Maurizio S moderato; il 19 si avevano alte pressioni a Sud, a Nord (tra la Gran Brettagna e Irlanda) e ad Ovest sull'Atlantico, basse sul restante con minimo principale sul Baltico, minimo secondario tra Sardegna e Golfo del Lione, venti a Porto Maurizio di E, a Spezia NE, a Livorno ENE debole.

La coppia 56, lanciata pure essa vicina a terra il 18 ottobre, non fornisce, come fu già notato nella prima relazione, che indicazioni imprecise, giacchè ritrovata dopo quattro giorni a Recco sulla riviera di Levante a pochi km. di distanza dal punto di lancio. Le condizioni di tempo del periodo tra il lancio ed il ricupero di questa coppia 56 mostrano un passaggio del Mediterraneo da basse pressioni, che il 15 presentavano il centro del minimo tra la Calabria e la Sicilia e si trasportarono nei giorni seguenti successivamente verso Sud, ad alte pressioni che il 15 si trovavano sull'Europa centrale ed il 19 finirono con l'occupare pure il Mediterraneo ove si mantennero nei giorni seguenti. In generale constatiamo, come già notavano i proff. D. M. S., che i dati registrati nel Bollettino meteorico dell'Ufficio Centrale non forniscono elementi sicuri e

Digitized by Google

decisivi da mostrare una evidente relazione con l'andamento dei moti superficiali delle acque del nostro mare.

In conclusione l'esame accurato e particolareggiato fatto senza alcun preconcetto dei dati delle esperienze del 1913, come di quelle del 1914, che a prima apparenza sembrano deporre contro l'esistenza nel Mar ligure di moti nel senso della tradizionale corrente litorale del Mediterraneo (esame non fatto così particolareggiato nella prima relazione dovendo quella essere solo un succinto resoconto delle ricerche eseguite, ma pel quale si ritrovano nella stessa relazione tutti gli elementi occorrenti) mostra che il numero dei casi di galleggianti che risultano sicuramente testimoniare contro l'esistenza di moti nel senso della presupposta litorale, si riduce molto piccolo; e l'esame stesso convalida completamente le conclusioni formulate nella prima relazione sui risultati delle esperienze eseguite in quell'anno 1913 quali ipotesi preliminari esplicative, anche per quanto si riferisce alla distinzione delle zone a moti di senso e caratteri diversi.

Nella serie del 1920-22 troviamo ripetersi le stesse varietà di casi che nelle precedenti, sicchè senza emergerne nulla di nuovo si ha in essa una conferma di quanto fu dedotto dalle precedenti.

La coppia 1 insieme con le 2 e 3 forma uno di quei gruppi di casi apparentemente contraditori tra loro. Giacchè per quanto non si conosca della 1 la data ed il punto preciso di lancio, essa deve certamente ritenersi messa a mare insieme e nella stessa posizione delle 2 e 3, indicanti queste ultime spostamenti nel senso della tradizionale litoranea, mentre la 1 deporrebbe in senso contrario. E tanto più, poichè il punto di rinvenimento è sulla costa Sud-Est della Corsica, la via più naturale per la quale può pensarsi sia ivi pervenuta sembrerebbe doversi ritenere quella di un percorso sin dall'inizio in senso contrario alle altre due. Dato tuttavia quanto queste ultime dimostrano intorno al movimento predominante delle acque in quel tempo, ed il periodo di tempo intercedente tra il lancio ed il ricupero, non potrebbe anche del tutto doversi escludere a priori quale assolutamente assurda l'ipotesi che a quella posizione sulla costa Sud-Est della Corsica possa essere giunta seguendo il cammino ammesso per altre delle serie del 1914 ritrovate sulla costa occidentale della Corsica o della Sardegna, cioè dapprima nel senso della litorale lungo le coste

Digitized by Google

della riviera ligure e parte delle francesi, quindi, avendo ripiegato ad Est in direzione verso la Corsica e seguita poi la costa occidentale di questa isola in direzione Nord-Sud, abbia attraversato lo stretto di Bonifacio ed infine sia risalita a Nord sino al luogo di rinvenimento Porto Vecchio.

Tutto il gruppo delle coppie 4-24, lanciate dalla Scuola Semaforisti del Varignano (Spezia) tra il 20 ed il 21 aprile mostra evidente un moto traslatorio delle acque da oriente ad occidente. Merita di essere particolarmente notata la 4 che come altre coppie degli anni precedenti, quale ad esempio la 25 del 1914 e la 27 seguente di quel medesimo anno 1921, mostra una evidente risalita a Nord insieme al moto complessivo verso Ovest, fornendo così una prova ancora efficace di quanto in altri casi si ammise che l'andamento della corrente segua piuttosto dappresso l'andamento delle coste delle due riviere liguri, risalendo a Nord in corrispondenza della metà di levante, ridiscendendo a Sud nell'altra di ponente.

I casi delle coppie 25 e 26 rimangono alquanto dubbi. Si noti che il punto di lancio della 25 è vicinissimo a terra, ad un solo km., ed in quella parte ad occidente del promontorio di Portofino nella quale già nella serie precedente abbiamo constatato irregolarità e considerevole variabilità di movimenti. La coppia 25 inoltre non indica in realtà che un trasporto verso Nord, verso terra, e tanto più non permette trarre alcuna sicura deduzione per il fatto che fu ritrovata galleggiante completa dopo due mesi da che era stata messa a mare a soli km. 2,5 dal luogo ove fu abbandonata. La 26 poi, lanciata anche essa molto prossima a costa nella parte sud orientale del bacino ligure e proprio all'estremo di questo, ove la morfologia del fondo è già diversa da quella predominante e caratteristica della zona litorale di questo Mare, pur essendo il suo punto di ricupero a Nord-Est di quello di lancio, non può veramente considerarsi come deponente in disfavore del senso tradizionale della corrente mediterranea litorale, ma piuttosto indica un trascinamento verso terra e, come la 23, per la quale pure molto basso è il rapporto tra lo spazio intercedente tra i punti di partenza e di arrivo e la durata del periodo di galleggiamento, più che altro dà indizi di vagabondaggio. In questo periodo, come quasi sempre, la distribuzione della pressione ha continuamente variato, il Mediterraneo è passato dal dominio di basse a quello di alte pressioni i cui centri di mi-

Digitized by Google

nimo e di massimo sono andati successivamente spostandosi, ed i venti in conseguenza hanno pure variato di direzione e forza, solo raramente raggiungendo elevata velocità, generalmente rimanendo deboli o moderati e girando per il 1°, 2° e 3° quadrante; il mare solo in pochi giorni, come dal 28 al 30 aprile fu agitato nella parte Sud-orientale del mar ligure più prossima al Tirreno.

Per il gruppo delle coppie 28, 29 e 30 della metà di maggio non si ritrovano nelle indicazioni delle altre coppie che furono messe a mare circa la medesima epoca elementi validi per preferire l'ammissione del moto in un senso o nel contrario, essendo la precedente 27, lanciata il 10 marzo, andata nel prevalente senso Ovest, mentre la 31, abbandonata il 23, a Sud-Est. Le considerazioni innanzi fatte in altri simili casi e l'essere il punto di ricupero della 29 e 30 sulla costa occidentale della Corsica rispettivamente e della Sardegna — quello del 28 fu nel mezzo dello stretto di Bonifacio — inducono ancora ad ammettere di preferenza il senso generale della corrente mediterranea tradizionale, tanto più che tutto il gruppo seguente dei mesi di giugno e luglio dà evidenti prove di trascinamento in tal senso.

La 31 della fine di maggio mostrerebbe veramente un movimento contrario, in senso Sud-Est, ed in una zona di acqua abbastanza lontana, 10 km. circa, da terra; anche questa però partiva da un punto all'estremità del nostro mare in prossimità di Livorno. I dati meteorologici del periodo di galleggiamento di essa, compreso entro quello della 25, non forniscono alcun elemento informativo addizionale utile a chiarire la interpretazione dello spostamento constatato.

Ed egualmente la 41, rimasta in mare dal 2 al 13 agosto, indica lo stesso movimento di senso contrario in zona veramente più prossima a terra, estesa però ancora più a Nord sino al golfo di Spezia, in condizioni meteorologiche in parte del tipo normale estivo, interrotto talora da dominio di depressioni, e con venti passanti in conseguenza dai quadranti occidentali a quelli meridiorali ed orientali.

La 43 ritrovata a Philippeville in Algeria entra a far parte del gruppo delle 3 e 25 del 1913 e 12, 48 e 49 del 1914, le quali, si vide, non debbono considerarsi come contradicenti al presupposto movimento generale della tradizionale litorale mediterranea, ma anzi quali indicazioni della continuazione

Digitized by Google

dello stesso andamento di corrente per più gran parte del Mediterraneo anche oltre il Mar ligure. Ed invero anche per quella 43 del 1921 il cammino verso Ovest lungo le coste del Mar ligure ed appresso verso Sud, sempre con componente occidentale, lungo le francesi e spagnole, è quello che sembra più probabile, giacchè le altre 42 e 44 del medesimo mese, ed anche la 45 lanciata e ricuperata entro il periodo di galleggiamento della stessa 43, mostrano evidentemente aver seguita quella medesima via, come poi appresso pure le 46, 47 e 48 spintesi sino a basse latitudini spagnole.

Facendo, liberi da ogni preconcepita tesi, l'esame dei risultati mostrati dalle rispettive posizioni geografiche dei punti di lancio e di ricupero delle varie coppie delle quali pervenne notizia, si deve particolare considerazione alla 44, messa a mare in punto situato nella parte più meridionale del Mar ligure, piuttosto prossimo al Capo Corso. Essa mostra aver certamente subito uno spostamento verso ponente che nel modo più semplice di interpretare le indicazioni può intendersi costituito da un percorso quasi rettilineo attraverso la zona più meridionale del nostro mare verso le isole Hyeres, e di lì lungo le coste francesi nel senso generale della tradizionale meditterranea al punto di ricupero innanzi a Cette al fondo del golfo di Lione. Sembra quindi dover considerarsi come dimostrante l'esistenza di movimento nel senso da Est ad Ovest anche appunto nella parte più meridionale del Mar ligure, e quindi in tal parte in senso contrario al ramo che per le indicazioni di altre coppie saremmo indotti ad ammettere quale completante un circuito ciclonico chiuso entro lo stesso Mare. Ed allora altre bottiglie ritrovate lungo le coste della Corsica e della Sardegna si potrebbero pensare ivi pervenute per una corrispondente porzione di cammino in tal senso invece che dalla parte opposta. Bisogna per il momento lasciar insoluta la questione, per quanto come si è veduto innanzi, per la maggior parte almeno, militino maggiori indizi in favore del movimento precedentemente ammesso come più probabile. Complessivamente ad ogni modo rimane sempre confermato come predominante il movimento generale delle acque del Mar ligure ed aree confinanti nel senso da Est ad Ovest, salve le particolarità di maggiore o minore estensione ed i completamenti con rami, forse non costanti, ma dipendenti dalle variabili condizioni meteoro-talassologiche.

Digitized by Google

La 49, lanciata nel 1922 innanzi all'isola di Tino, situata all'imboccatura occidentale del golfo di Spezia, per quanto mostri il punto di ricupero ad Est di quello di lancio, mostra complessivamente uno spostamento verso Nord e quindi in quella porzione di mare ancora nel senso generale della corrente mediterranea, ivi tuttavia più che altro dà prova di una corrente di entrata nel golfo di Spezia, almeno in quel periodo di tempo del suo galleggiamento.

La 53 messa a mare dallo stesso piroscafo B. Assareto che entro le tre ore precedenti aveva pure lanciate le altre 50, 51 e 52, nel suo viaggio di ritorno a Genova a distanze successivamente decrescenti da terra, dimostra all'evidenza l'esistenza di una corrente più interna costiera, quale sarebbe veramente radente, in senso da Ovest ad Est, mentre contemporaneamente domina più al largo, oltre i 10 km. circa, l'altra generale che oramai possiamo ritenere la normale nel nostro mare da oriente ad occidente. Le 51 e 52 appunto, ritrovate questa seconda sulla riviera di ponente, molto anche al di là di Genova, e la 52 sulla costa spagnola, dimostrano con sicurezza tale moto nel senso della tradizionale mediterranea in quell'epoca aprile-maggio al largo. E si noti che a parte la distanza da terra la località di arrivo della 53 è quasi la stessa di quella di partenza della 50 e reciprocamente; risulterebbe però la velocità di spostamento di questa ultima minore di quella dell'altra. Il ricupero poi della 53 entro il golfo di Spezia conformerebbe l'esistenza già accennata dalla 49 di una corrente di entrata, probabilmente dalla parte occidentale, in quel golfo.

Le coppie seguenti 54, 55 e 56, lanciate similmente a poche ore di intervallo l'una dall'altra dallo stesso piroscafo B. Assareto a cura del benemerito cap. Colotto in un successivo viaggio in senso contrario da Genova verso Sud-Est potrebbe ritenersi mostrino invece con eguale evidenza un moto verso Sud-Est, e quindi contrario a quello della presunta generale mediterranea in quel mese di giugno 1922. Si potrebbe però notare a riguardo della 54 il periodo di galleggiamento piuttosto lungo in confronto della distanza percorsa, e a riguardo della 56 che, in relazione alle considerazioni svolte in altri casi, non sarebbe inammissibile un cammino pure di risalita a Nord-Ovest dapprima secondo le coste della riviera ligure di levante, la successiva discesa a Sud-Ovest lungo la riviera di

Digitized by Google

ponente ed un ritorno indietro ad Est verso l'isola d'Elba passando innanzi a Capo Corso per il ramo gia più volte menzionato che chiuderebbe a Sud il circuito ciclonico del Mar ligure. Le condizioni meteorologiche indicate dal bollettino meteorico giornaliero italiano non portano alcun lume a rendere ragione dell'esistenza in quell'epoca nel Mar ligure di una corrente di senso contrario alla dominante per accentuata azione di trascinamento delle acque provocato dai venti regnanti, poichè in tutto quel mese di giugno ed appresso anche in luglio la situazione isobarica fu continuamente varia anche con dominio di aree ed espansioni cicloniche sul Mediterraneo come l'11 giugno nel qual giorno si trovava un ciclone sull'Europa media con centro sull'Austria ed espansione sino all'Adriatico, onde si ebbero venti forti e mare agitato specialmente nella parte Sud-orientale del Mar ligure; del resto generalmente i venti furono vari, deboli o moderati e spesso si ebbero calme largamente estese.

Delle due coppie 57 e 58 messe a mare pochi giorni dopo le precedenti, e precisamente l'11 giugno, a piccola distanza l'una dall'altra in prossimità del promontorio di Portofino, ancora dal Cap. Colotto, ciò che può dedursi è solo un trascinamento verso terra in direzione Nord per quella lanciata in maggiore prossimità della costa, mentre l'altra venne trovata sulla riviera di ponente e perciò dà indizio di trasporto da Est ad Ovest.

Dall'altra serie infine 59-64 pure del piroscafo B. Assoreto la sola 63 indica uno spostamento nel senso da Est ad Ovest, tutte le altre lanciate più a Nord-Ovest e la 64 seguente più a Sud-Est, mostrano tutte trascinamento contrario. Tali risultati tra loro apparentemente contraditori vengono a ricollegarsi con quelli degli anni precedenti che danno indicazione di zone contigue di correnti di senso contrario a limiti variabili, e più particolarmente potrebbero portare insieme con gli altri ad ammettere come risultato definitivo l'esistenza accanto alla corrente generale da Est ad Ovest lungo le coste del Mar ligure ed appresso lungo le francesi e le spagnole, corrente che ad una certa distanza da terra segue anche l'inclinazione verso Nord o Sud rispettivamente delle coste medesime, di correnti contrarie più prossime a terra (forse più frequenti nei mesi estivi) molto variabili di estensione e durata. Le superfici acquee nelle quali queste più frequentemente si riscontrano sarebbero la parte più settentrionale del Mare ad Ovest di Por-

Digitized by Google

tofino sino ad una certa distanza da Genova, all'incirca a Nervi, e l'altra a Sud-Est del golfo di Spezia. La prima sarebbe determinata come corrente di compensazione o di ritorno in conseguenza della direzione rispetto alle coste in quella zona della corrente principale, ed in alcune condizioni si estenderebbe anche a Sud-Est innanzi ed oltre il promontorio stesso. La seconda sarebbe generata frequentemente dal suddividersi per il frangersi contro terra del ramo di corrente di cui si è intraveduto in queste esperienze l'esistenza dall'area all'intorno delle isole Hyeres al Capo Corso e di lì verso le coste della penisola italiana, ramo che chiude il circuito ciclonico ligure, e alla sua costituzione contribuirebbe in parte talora una corrente uscente dal Golfo di Spezia in corrispondenza di una entrante nella parte occidentale ed originata da elevazione di livello del mare nel golfo per accumulamento di acque sospinte in esso de venti meridionali.

Allo scopo propostoci dello studio dei movimenti superficiali delle acque marine nel Mar ligure è superfluo discutere in questa relazione le indicazioni che vengono fornite dai dati di lancio e ricupero delle coppie ai nn. 66-76 lanciate nel 1921 in punti fuori dei limiti di quel mare. Quelle coppie sono state incluse nella tabella generale per debito di completezza e di doveroso riconoscimento della volenterosa opera dei collaboratori alle nostre ricerche, tanto comandanti di piroscafi che lanciarono i galleggianti, quanto persone che le ricuperarono e ne dettero notizia, come pure per non lasciare ignorato nessun dato ottenuto, che per altri studi potrebbe pure riuscire utile. Particolarmente in relazione al nostro scopo possono ancora interessare le coppie 67 e 76 i cui punti di ricupero sono compresi nel Mar ligure e forniscono elementi in favore ai moti nel senso della tradizionale corrente mediterranea. Le altre indicano solo movimenti di poca importanza generale e rari ed irregolari del Tirreno.

Al termine di questo esame delle serie di lanci di galleggianti del 1914 e del 1920-22 in relazione anche con quelli del 1913, possiamo oramai concludere che i risultati di esse non contradicono, confermano invece, anzi completano, le deduzioni preliminari formulate nella prima relazione. Giacchè non solo complessivamente ed in ciascuna serie il numero delle coppie ritrovate ad occidente del rispettivo punto di lancio è sempre superiore e più che doppio di quello delle coppie ritrovate ad

Digitized by Google

oriente, ma la maggior parte di queste ultime si è veduto pure che tenuto conto di tutti gli altri elementi i quali possono fornire indizi sul presumibile percorso da esse effettuate, si può con grande fiducia ammettere abbiano seguito lungo le coste del Mar ligure un movimento di trasporto ancora nel senso della tradizionale corrente mediterranea litorale. Ciò è messo in evidenza nelle seguenti tabelle le quali mostrano il numero delle coppie rinvenute che indicano spostamenti nel senso della tradizionale litorale da Est ad Ovest, ovvero in quello contrario e di quelle il cui senso di trasporto rimane dubbio od incerto, distribuite per mesi secondo la data di lancio nella prima, secondo la data media del percorso di galleggiamento nell'altra.

Numero delle coppie, distribuite per data di lancio, che indicano spostamenti in senso:

	1913			1914			1920-22			complessivamente		
	da E ad W	da W ad E	incerto	da E ad W	da W ad E	incerto	da E ad W	da W ad E	incerto	da E ad W	da W ad E	incerto
Gennaio	4	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—
Febbraio	7	—	2	—	—	—	3	—	1	10	—	3
Marzo	2	—	—	5	—	1	—	—	—	7	—	1
Aprile	9	1	1	6	—	—	24	1	1	39	2	2
Maggio	7	—	2	9	1	—	2	1	3	18	2	5
Giugno	4	—	—	5	—	4	9	8	1	18	8	5
Luglio	—	—	—	8	3	3	3	—	—	11	3	3
Agosto	4	4	—	2	—	—	—	1	—	6	5	—
Settembre	7	—	1	—	—	—	—	—	—	7	—	1
Ottobre	—	1	—	—	—	—	3	—	1	3	1	1
Novembre	1	—	—	3	—	—	—	—	—	4	—	—
Dicembre	—	—	—	1	—	—	3	—	—	4	—	—
Anno	45	6	6	39	4	8	47	11	7	131	21	21

Digitized by Google

Numero delle coppie, distribuite per data media di percorso, che indicano spostamenti in senso:

	1913			1914			1920-22			complessivamente		
	da E ad W	da W ad E	incerto	da E ad W	da W ad E	incerto	da E ad W	da W ad E	incerto	da E ad W	da W ad E	incerto
Gennaio	1	—	—	—	—	—	1	—	—	2	—	—
Febbraio	3	—	1	1	—	—	—	—	1	4	—	2
Marzo	7	—	—	3	—	1	1	—	—	11	—	1
Aprile	5	—	1	6	—	—	3	—	1	14	—	2
Maggio	11	1	1	7	1	—	22	1	3	40	3	4
Giugno	5	—	2	9	—	—	9	7	—	23	7	2
Luglio	1	—	—	5	3	6	5	1	2	11	4	8
Agosto	3	4	—	5	—	1	1	1	—	9	5	1
Settembre	6	—	1	—	—	—	—	—	—	6	—	1
Ottobre	2	1	—	1	—	—	1	—	—	4	1	—
Novembre	1	—	—	—	—	—	1	—	—	2	—	—
Dicembre	—	—	—	1	—	—	2	—	—	3	—	—
Anno	45	6	6	38	4	8	46	10	7	129	20	21

Potrebbe essere notato che da queste tabelle non emerge per nessuna delle tre serie di lanci, come neppure per il totale complessivo, alcun regolare andamento annuo dei ritrovamenti nell'uno e nell'altro senso.

Nell'esporre le ragioni per le quali in molti pure dei casi nei quali il punto di rinvenimento del galleggiante era situato ad oriente di quello di lancio pensavamo doversi ammettere con maggior fondamento che il percorso dall'uno all'altro dei due punti fosse stato effettuato nel Mar ligure da oriente ad occidente, siamo stati indotti a ritenere che le coppie le quali hanno compiuto un più lungo cammino abbiano seguito ancora

Digitized by Google

fuori del Mar ligure la tradizionale mediterranea nelle altre sue porzioni innanzi alle coste francesi, spagnole e talune anche africane, e quelle a percorso meno lungo, medio, ritrovate sulle coste corse, sarde od all'Elba, talora, abbiano subito un trascinamento per azione di altri rami di corrente i quali verrebbero a completare non solo lo schema tradizionale della circolazione mediterranea, ma pure quello già più complesso descritto dal Nielsen sulla base dei risultati ottenuti dalla spedizione danese del Thor diretta dal prof. Schmidt negli anni 1908-10 (1). Tali rami sono indicati punteggiati nella cartina allegata riproducente a tratti pieni le linee fondamentali della circolazione nel Mediterraneo occidentale secondo il Nielsen e lo Schott (2).

Il ramo punteggiato che partendo dall' area marittima delle isole Hyeres si dirige verso la Corsica e di là va a riunirsi alla parte della corrente generale mediterranea che lungo le coste italiane esce dal Tirreno e sale nel Mar ligure, venendo così a formare un circuito ciclonico chiuso proprio di questo ristretto bacino settentrionale, non è per nulla inammissibile anzi rientra nella concezione che si ha attualmente della circolazione di un grande mare suddiviso, quale il Mediterraneo, in vari bacini minori. La circolazione effettiva in questo deve essere considerata come costituita dall'insieme di diversi circuiti, in prevalenza ciclonici, aventi individualità propria, ma raccordantisi fra loro nelle parti confinanti in rami diretti nello stesso senso, i quali lungo le coste, ad una certa distanza però da terra, verrebbero a formare la tradizionale corrente litoranea.

Ammessa l'esistenza del suddetto ramo dalle isole Hyeres verso la Corsica non sembra assurdo ammettere pure la formazione per frazionamento (in determinate condizioni meteorologiche principalmente, quando esso sia molto copioso, ampio

(1) Report on the denish oceanographical expeditions 1908-10 to the Mediterranean and adiacent Seas. Vol. I. I. N. Nielsen: Hydrography of the Mediterranean and adiacent waters (p. 53-192).

(2) G. Schott, Die Gewässer des Mittelmeeres, vorzugsweise nach den Arbeiten des dänischen Forschungsdampfers « Thor » 1908-10. Annalen der Hydrographie und mar. Meteor. Deutsche Seewarte Hamburg Bd. 43 (1915) heft. I u. II.

Digitized by Google

e di notevole spessore verticale ed esteso piuttosto a Sud, a latitudine alquanto inferiore a quella di Capo Corso) di una derivazione verso Sud lungo le coste occidentali di questa isola. A tale ramo derivato sarebbe dovuto il trasporto di alcune bottiglie delle nostre serie. Potrebbe però l'esistenza del ramo in parole sembrare poco concordante con l'andamento della circolazione indicata dal Nielsen, giacchè secondo questo parrebbe che innanzi alle coste sarde e corse occidentali il movimento delle acque dovesse avere direzione da Sud a Nord. Nello schema però presentato dal Nielsen non risulta chiaro, nè dai suoi dati di osservazione sicuramente dimostrato, quale sia effettivamente la circolazione superficiale in quell'area, se sia da considerare tale corrente da Sud a Nord come completante un circuito ciclonico nel Mar Esperico, ovvero quale una derivazione dal circuito del basso Tirreno, dal ramo settentrionale del quale escirebbe verso il Mar Esperico una parte lungo le coste meridionali della Sardegna. Lo Schott nella sua carta non indica affatto l'andamento del moto delle acque in quell'area. Il Grein (1) nello studio particolarmente fatto delle correnti lungo la parte meridionale della costa della Sardegna riconobbe pure il frequente invertirsi per effetto delle influenze meteoriche dell'andamento normale da Sud a Nord del moto delle acque in quella zona marina. Nè tale ramo occasionale di cui io indico l'esistenza viene del resto ad essere in contradizione con l'esistenza dei completi circuiti esperico e del basso Tirreno, giacchè, quando esso esistesse, il circuito esperico potrebbe egualmente bene seguitare a coesistere, solamente con il suo ramo occidentale da Sud a Nord alquanto al largo lontano dalle coste, ed il circuito tirrenico chiudersi nel Tirreno medesimo. Le acque costiere scendenti da Nord, se già di densità sufficientemente bassa, rimanendo a superficie si riverserebbero nel ramo di corrente superficiale costituito da acque atlantiche che scorre a Sud della Sardegna da Ovest ad Est innanzi alle coste africane, ovvero se di maggiore densità, scendendo al di sotto di queste si unirebbero con quelle che provengono dal

(1) GREIN, Für Kenntnis der Meeresströmungen an der Westküste Sardiniens. Intern. Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie. Hydr. Supplement 1914.

Digitized by Google

Mediterraneo orientale e penetrano nel basso Tirreno scorrendo a Nord della Sicilia. Non intendo con ciò affermare costante l'esistenza di un tal ramo secondario di corrente; ed i rami rappresentati punteggiati nella mia cartina non debbono quindi essere intesi come rappresentanti porzioni di uno schema invariabile di circolazione normale del Mediterraneo occidentale, ma solo come completamenti occasionali dell'andamento normale di circolazione, generati in determinate condizioni meteorico-marittime, e, per quanto riguarda i risultati delle nostre esperienze, quali indicanti il presumibile cammino seguito da alcune coppie lanciate e rinvenute.

In modo analogo va intesa la parte di circolazione segnata punteggiata sul Tirreno superiore, e particolarmente questa come sostituente spesso l'unica corrente da Sud a Nord indicata nel senso della tradizionale mediterranea dal Nielsen lungo le coste occidentali della penisola italiana. La circolazione da me indicata costituirebbe un completo circuito anticiclonico nel Tirreno superiore e forse tale circuito completo potrebbe sembrare più razionalmente ammissibile che non quell'unica corrente da un solo lato, tanto più che sarebbe corrispondente a quanto risulta ai prof. De Marchi e Feruglio avverarsi nell'Adriatico superiore, ove a seconda delle condizioni meteorologiche (per quanto queste possano avere nell'Adriatico un carattere più netto e distinto e talora una maggiore durata che non nel Tirreno) si avrebbero pure circuiti affiancati di senso ed orientazione diversa. La corrente discendente da Nord a Sud indicata nella mia cartina lungo le coste occidentali della penisola italiana sino all'altezza, all'incirca, del golfo di Napoli, verrebbe a costituire un ramo del circuito anticiclonico dell'alto Tirreno, piegando quindi ad Ovest, tra Ostia ed il golfo di Napoli, si continuerebbe nei rami trasversali del Tirreno, l'uno del circuito superiore anticiclonico, l'altro rientrante nell'inferiore ciclonico. Dell'andamento incostante, vario dei moti delle acque innanzi alle coste orientali del Tirreno sono già dimostrazione i risultati mostrati dalle ultime coppie della serie 1920-22 dal n. 66 al n. 76.

Particolarmente trattando del Mar ligure, allo studio del quale erano dedicate espressamente le nostre esperienze, più costante apparirebbe dunque l'andamento della circolazione

Digitized by Google

nella parte settentrionale ed occidentale principalmente, sempre inteso, come già fu detto nella prima relazione, ad una certa distanza da terra, potendo in vicinanza di questa nelle insenature, specialmente se profonde, col variare delle condizioni meteorologiche e quindi dell'intensità, ampiezza, inclinazione e distanza dalla costa della corrente principale, generarsi delle secondarie di compensazione, di ritorno, in senso contrario alla principale stessa, secondarie alle quali veramente spetterebbe più propriamente la denominazione di radenti, non costituenti in verità un andamento normale di circolazione, ma solo rami eventuali variabili temporanei.

Le aree marine ove correnti di senso contrario della principale normale da Est ad Ovest più facilmente si verificano saranno, oltre le ampie insenature come quella attorno al promontorio di Portofino, le aree di confine tra i bacini contigui, ove vengono a scorrere prossimi rami di circuiti di circolazione distinti, come la parte sud-orientale del Mar ligure da Spezia all'arcipelago toscano nella quale talora più a Nord, talora più a Sud, viene a frangersi il ramo meridionale trasversale del circuito ciclonico del Mar ligure. Ivi appunto dalla bipartizione di quel ramo trasversale prenderebbe nascimento la corrente discendente lungo le coste occidentali tirenniche italiane che si unisce al circuito anticiclonico del Tirreno superiore, quando esso esista. Da questa ultima area intorno a Livorno e da punti generalmente molto prossimi a terra furono appunto eseguiti i lanci di galleggianti effettuati a cura dei proff. Marinelli, Dainelli, Stefanini e Baldasseroni, ed è naturale quindi che meno costantemente evidenti nello stesso senso dovessero riuscire i risultati, come dovettero riconoscere nelle loro ultime esperienze eseguite nel 1919 nelle acque di Castiglioncello i proff. Baldasseroni e Stefanini, riscontrando diversità di comportamento non solo in anni diversi, ma anche nello stesso mese di un medesimo anno e perfino in uno stesso lancio. I risultati quindi dei suddetti autori, solo apparentemente diversi dai nostri, non possono dirsi contradire le deduzioni da me formulate nella prima relazione sulla serie ligure del 1913 e tanto meno conducono a concludere per l'assoluta inesistenza nel Mar ligure di una corrente normale generale da Est ad Ovest, la quale deve dirsi oramai dimostrata dai risultati di tutte e tre le nostre serie liguri di lanci.

Digitized by Google

***

A completare i risultati ricavati dalle nostre esperienze relativamente alla direzione delle correnti superficiali del Mar ligure potrà essere interessante ed utile aggiungere qualche dato di velocità. Questa è stata calcolata solamente per le coppie che sono state ritrovate galleggianti e delle quali sono conosciuti con sufficiente esattezza gli elementi di lancio e di ricupero. Il cammino non è stato misurato rettilineo che per i casi di brevi percorsi situati per la loro quasi totalità in una medesima riviera ligure, generalmente quella di levante. Nei casi di percorsi più lunghi si è seguito il criterio risultante dall'esame precedente relativo alla direzione, che cioè il movimento di trascinamento del galleggiante siasi effettuato parallelamente alla costa seguendo di questa ad una certa distanza ed alquanto rettificata la curvatura. Nei pochi casi delle coppie per le quali rimane piuttosto dubbio il senso del movimento è stata calcolata la velocità nell' uno e nell'altro senso, in quella della tradizionale mediterranea e nell'opposto. Nella seguente tabella sono riportati i valori ottenuti secondo questi criteri per tutte e tre le serie del 1913, del 1914 e del 1920-22, con l' indicazione anche del senso:

\+ secondo la tradizionale mediterranea,
— nell' opposto.

Digitized by Google

Coppia Serie Anno	Num.	Durata giorni	Durata ore del percorso	Lunghezza Km.	Velocità giornaliera Km.	Velocità oraria m.	senso dello spostamento	Annotazioni
1913	4	6	—	28,00	4,65	(197)	+	
	5	19 (?)	—	537,00	28,25	(1177,8)	+	
	8	1	h m 24.30	5,50	5,50	224,9	—	
	13	93	2243.35	5,00	0,05	2,2	—	
	14	12	275.35	15,00	1,25	54,5	+	
	15	6	144.10	80,00	13,33	554,8	+	
	16	133	3184.00	805,50	6,05	253,0	+	
	17	217	5199.00	534,00	2,46	102,7	+	
	18	68	1628.15	652,00	9,59	400,4	+	
	19	18	433.30	240,00	13,33	552,9	+	
	20	28	680.40	243,00	8,68	357,3	+	
	21	90	2171.10	95,00	1,05	43,8	+	
	24	21	—	403,50	19,21	(801,0)	+	
	25	150	3591.30	1150,00 1310,00	7,66 8,73	320,3 364,9	?	ad E della Corsica e Sardegna ad W » » »
	26	16	386.50	82,00	5,01	211,9	—	
	29	6	135.00	58,00	9,66	429,6	+	
	30	3	64 55	28,00	9,33	426,9	+	
	31	6	155.15	16,00	2,66	103,2	+	
	32	6	154.00	33,00	5,50	214,2	+	
	33	11	257.00	95,00	8,64	369,6	+	
	34	3	68.00	28,00	9,33	411,7	+	
	35	49	1167.15	13,00	0,27	11,1	?	
	36	2	—	9,25	4,62	(192,5)	?	
	39	15	360.15	55,00	3,66	152,8	+	
	41	45	1077.20	183,00	4,07	169,0	+	
	42	4	85.00	18,50	4,63	217,9	—	

Digitized by Google

Coppia Serie Anno	Num.	Durata giorni	Durata ore del percorso	Lunghezza Km.	Velocità giornaliera Km.	Velocità oraria m.	senso dello spostamento	Annotazioni
			h m					
1913	43	6	140.40	11,00	1,83	78,6	—	
	44	11	262.50	48,00	4,36	182,5	+	
	45	11	264.20	50,00	4,54	189,4	+	
	46	4	87.45	46,25	11,56	511,5	—	
	47	5	109.00	32,00	6,40	293,6	—	
	48	11	262.04	204,00	18,55	777,6	+	
	49	8	181.30	8,25	1,03	46,0	+	
	50	95	2289.30	578,00	6,08	252,4	+	
	56	4	89.30	12,00	3,00	134,8	—	
1914	2	91	2182.49	396,25	4,35	181,6	+	
				229,50	2,52	105,2	—	
	3	15	—	270,25	18,01	751,1	+	
	4	76	1830.49	418,50	5,51	228,6	+	perc. curvo per le isole Hyeres
				63,00	0,83	34,4	?	» rettilineo
	5	11	265.35	116,50	10,60	439,3	+	
	8	3	76.50	44,50	14,85	577,2	+	
	9	3	—	35,00	11,66	(486,1)	+	
	10	80	1930.00	296,25	3,70	154,1	+	
	11	20	476.00	263,00	13,10	552,5	+	
				2041,00	16,59	(608,9)	+	cammino curvo lungo tutte le coste, ad W delle Baleari
				1233,50	10,03	(368,0)	+	cammino curvo lungo tutte le coste, ad E delle Baleari
	12	123	—	1016,75	8,27	(303,3)	+	cammino più breve ad W della Corsica e Sardegna
				915,00	7,44	(273,0)	—	cammino più breve ad E della Corsica e Sardegna
	13	8	204.10	42,50	5,31	208,8	+	
	14	4	91.25	9,00	2,25	101,7	—	
	16	1	22.50	12,00	12,00	523,4	+	

Digitized by Google

Coppia Serie Anno	Num.	Durata giorni	Durata ore del percorso	Lunghezza Km.	Velocità giornaliera Km.	Velocità oraria m.	senso dello spostamento	Annotazioni
			h m					
1914	17 18	4	96.20	11,00	2,75	114,6	+	
	19	—	13.20	8,25	(15,00)	626,6	?	
	20	60	1448.20	516,75 402,00	8,61 6,70	356,8 277,5	+ —	
	21	49	1173.45	422,25 159,25	8,62 3,25	359,7 135,7	+	rettilineo
	22	2	—	55,00	27,50	1145,1	+	
	23	64	1545.30	513,00 222,25	8,01 3,47	331,9 143,8	+ —	
	24	73	1741.30	544,50 200,00	7,46 2,74	314,3 114,9	+ —	
	25	12	296.00	88,75	7,40	300,3	+	
	27	15	363.15	90,75	6,05	250,0	+	
	28	4	99.35	55,50	13,89	556,4	+	
	29	3	78.05	57,50	19,16	736,1	+	
	30	12	298.50	19,50	1,61	65,0	?	
	31	8	184.00	23,00	2,89	125,8	a Nord	
	32	61	1472.15	653,75 137,00	10,72 2,24	444,1 93,1	+ —	
	33	2	53.20	10,25	5,10	191,1	+	
	34	9	221.10	14,50	1,61	67,0	+	
	35	10	249.25	20,25	2,02	81,8	+	
	36	5	—	20,25	4,05	(168,7)	+	
	37	11	267.57	73,00	6,64	273,5	+	
	38	3	67.43	61,00	20,33	898,8	—	
	39	3	72.02	6,50	2,17	90,3	—	
	41	19	444.30	18,50	0,97	41,7	?	
	42	11	263.20	270,50	24,59	1028,1	+	

Digitized by Google

Coppia Serie Anno	Num.	Durata giorni	Durata ore del percorso	Lunghezza Km.	Velocità giornaliera Km.	Velocità oraria m.	senso dello spostamento	Annotazioni
			h m					
1914	44	6	149.00	14,75	2,46	99,4	+	
	45	4	91.50	20,25	5,06	221,4	+	
	46	14	341.20	194,50	13,89	570,3	+	
	47	12	—	394,50	32,88	(1369,7)	+	
	48	233	5598.00	2333,50	10,01	416,8	+	
				1116,75	4,79	199,5	—	
	51	6	132.15	37,00	6,17	280,6	+	
1920	2	150	3603.30	394,50	2,63	109,5	+	
	3	36	857.10	36,50	1,01	41,6	+	
1921	4	64	1529.55	103,75	1,62	67,8	+	
	23	64	1533.10	15,00	0,23	9,6	?	
	25	61	1469.55	3,75	0,06	2,5	?	
	27	45	1076.10	124,00	2,76	115,3	+	
	28	35	840.40	635,25	18,15	755,3	+	
				277,75	7,94	330,3	—	
	29	36	856.15	535,25	14,87	625,3	+	
				96,25	2,67	112,5	—	
	30	130	3122.00	546,25	4,20	175,0	+	
				487,00	3,75	156,0	—	
	31	9	223.40	23,25	2,58	104,1	—	
	32	31	751.00	352,00	11,35	468,6	+	
	33	33	791.00	322,25	9,77	407,4	+	
	34	21	501.30	352,00	16,76	701,7	+	
	35	22	—	300,75	13,67	(569,6)	+	
	36	60	1429.20	735,25	12,25	514,5	+	
	37	2	38.40	19,50	9,75	498,6	+	
	38	8	185.00	51,75	6,47	280,3	+	
	39	1	20.00	19,50	19,50	972,3	+	
	42	28	662.30	196,25	7,01	296,3	+	

Digitized by Google

Coppia Serie Anno	Num.	Durata giorni	Durata ore del percorso	Lunghezza Km.	Velocità giornaliera Km.	Velocità oraria m.	senso dello spostamento	Annotazioni
1921	43	89	h m 2129.15	1737,25 833,50	19,52 9,35	816,0 391,6	+ —	
	44	31	—	509,25	16,43	(684,5)	+	
	45	5	121.30	50,00	10,00	411,6	+	
1922	46	102	2456.15	727,75	7,13	296,4	+	
	47	103	—	487,00	4,73	(197,0)	+	
	49	5	131.30	28,75	5,75	219,1	+	
	50	43	1023.55	50,00	1,16	48,8	+	
	52	7	161.30	131,50	18,93	814,2	+	
	54	7	160.00	37,00	5,29	231,5	—	
	56	27	638.40	592,50 148,25	21,94 5,49	927,5 231,7	+ —	
	57	12	287.20	48,25	4,20	167,8	+	
	58	46	1101.05	13,00	0,28	11,8	?	
	59	11	260.30	72,25	6,57	277,3	—	
	60	5	—	55,50	11,10	(427,4)	—	
	61	23	547.53	124,00	5,39	226,4	—	
	62	12	278.03	56,50	4,71	203,2	—	
	63	15	362.30	55,50	3,70	153,3	+	
	64	5	120.45	27,75	5,55	229,6	?	
	65	15	369.10	301,75	20,12	818,1	+	
1921	67	85	—	174,00	2,05	(85,3)	+	
	69	16	377.30	29,50	1,84	78,5	?	
	70	4	88.45	11,00	2,75	23,6	?	
	71	9	—	18,50	2,06	(85,7)		
	72	33	786.40	18,50	0,56	23,5		
	73	7	167.10	13,00	1,86	74,6		
	74	10	—	26,00	2,60	(108,3)		
	76	7	172.30	85,25	12,18	493,9	+	

Digitized by Google

È evidente che non potendosi conoscere il vero cammino percorso dalle coppie, i dati calcolati hanno un valore molto relativo. Tuttavia per il modo detto innanzi secondo il quale è stato computato il percorso può ritenersi che complessivamente si avvicina abbastanza al reale valore medio, nei casi almeno nei quali non appare naturale per il basso valore del rapporto tra la lunghezza del percorso e la durata del galleggiamento, per l'esiguità cioè della conseguente velocità, l'ipotesi del vagabondaggio.

In un primo esame generale del quadro possiamo innanzi tutto notare, in relazione anche al quadro precedente degli elementi di lancio e ricupero dei singoli galleggianti, la elevata percentuale dei casi di bottiglie ripescate galleggianti, che risulta del 64 nella serie del 1913, dell'85, e sino del 92 rispettivamente in quelle del 1914 e del 1920-22, complessivamente per tutte e tre le serie dell'81 per cento; mentre nelle esperienze dei prof. Marinelli e collaboratori aveva raggiunto solo il 60 e meno ancora in quelle dei prof. Baldasseroni e Stefanini del 42, complessivamente del 50 per cento nei lanci eseguiti nelle acque di Livorno, ed in quelle dell'Adriatico a cura del Comitato talassografico rispettivamente del 57 e del 41, complessivamente del 55. Tale fatto riesce a conferma della spiegazione da me data per la bassa percentuale invece avuta delle coppie ricuperate in rapporto a quelle messe a mare, giacchè viene a convalidare il fatto della perdita di molte bottiglie per il loro rompersi contro le coste rocciose della riviera ligure, onde a terra poterono ritrovarsi, oltre quelle a percorso più lungo, uscite dal Mar ligure, le altre sole che andarono a capitare proprio nei pochi tratti sabbiosi delle riviere.

I risultati che si ricavano dallo stesso esame generale delle velocità concordano con quelli dell' esame precedente per le direzioni e completano e chiariscono le proposizioni fondamentali dedotte. L'ampio intervallo di variabilità dei valori ottenuti di velocità conferma l'asserita variabilità ed irregolarità dei movimenti superficiali delle acque nelle varie aree marine. Per questa ragione non si ha nei casi dubbi, nel confronto dei valori che si ottengono computando il cammino del galleggiante nel senso della tradizionale corrente mediterranea o in quello contrario, elemento decisivo per dar la preferenza all'uno o all'altro senso. Ed ancora per la medesima ragione non è possibile, in relazione anche a quanto si notò riguardo alla variabilità delle condizioni meteoriche e dello stato del mare,

Digitized by Google

riconoscere alcuna influenza del vento sui valori stessi della velocità, anche per la poca attendibilità e significato delle osservazioni meteorologiche costiere rispetto alle condizioni effettive che si hanno in mare al largo dalle coste.

Si potrebbero anche, con riferimento a quanto fu scritto nella prima relazione sui lanci del 1913 ed innanzi in questa per quelli del 1914 e 1920-22 riguardo alla direzione, rilevare altre particolarità nei valori della velocità ottenuti, considerati sia ciascuno a se, come paragonati fra di loro, particolarità che pur troppo per i limiti imposti di questa relazione debbo omettere di porre in evidenza. Notiamo solamente per esempio le eguali velocità delle due coppie 29 e 30 del 1913 molto differenti da quella invece della 31, benchè lanciate tutte tre pressochè contemporaneamente ed in punti molto prossimi; e similmente la eguale velocità delle due 44 e 45 messe a mare esattamente insieme e ritrovate pure lo stesso giorno con differenza di poche ore e a breve distanza l'una dall'altra, diversa per contro da quella in senso contrario delle successive 46 e 47, lanciate pure contemporaneamente e ritrovate con meno di 24 ore di differenza in punti poco distanti. Nella serie del 1913 è interessante notare i valori della velocità delle coppie 16, 17 e 41 delle quali fu rilevato nella prima relazione i punti di lancio si trovano più al largo di quelli di tutte le altre. Tali valori, calcolati ora con maggiore esattezza, risultano veramente alquanto inferiori alla media, ma certo non talmente bassi in confronto di altri da indicare assolutamente irregolari, lunghi, incerti vagabondaggi o quasi calma dell'area centrale delle acque superficiali del Mar ligure; possono però ben considerarsi adeguati a quelli che debbono realmente aversi nell'area meridionale e centrale del nostro bacino in conseguenza delle condizioni di relativa calma e non infrequentemente variabili che, in seguito all'esame dei risultati più numerosi ottenuti anche con le serie del 1914 e 1920-22, riteniamo abbiano a verificarsi in quelle aree.

Può riuscire interessante anche notare che per la 4 del 1914 i due valori di velocità calcolati l'uno nell'ipotesi del percorso curvilineo nel senso della tradizionale mediterranea secondo l'andamento delle coste, e l'altro per la via più breve rettilinea messi in confronto con quello della 3, lanciata, come già si disse, lo stesso giorno a piccola distanza, fanno propendere per l'ammissione dello spostamento curvilineo più lungo. Per la 22 della stessa serie del 1914 il valore di velocità oraria

Digitized by Google

1145 m. ottenuto, non è da dubitare possa essere derivato dal computo di un percorso troppo lungo perchè curvilineo, giacchè la distanza rettilinea tra il punto di lancio e quello di ricupero risulta di Km. 54, di soli 3 Km. cioè inferiore a quella da me misurata curvilinea. In generale può riuscire interessante il confronto dei valori riportati come per la 12 del 1914, che risultano nei casi dubbi computando il percorso in varie vie.

È debito di onestà scientifica far rilevare infine che il confronto dei due valori calcolati per la 56 della serie 1922 paragonati a quello ottenuto per la 54, messa a mare lo stesso giorno, la quale indica indubbiamente, come fu innanzi detto, spostamento verso Sud-Est, contrariamente a quanto fu dedotto per precedenti casi analoghi indurrebbe a ritenere come forse più probabile il cammino anche per quella 56 nel senso Sud-Est.

Per mettere in evidenza, se si possono ricavare, i risultati complessivi ho raccolto nella seguente tabella i valori massimi, minimi e medi della velocità ottenuti nell'uno e nell'altro senso di spostamento distribuendoli per mesi, e nell'ultima colonna della stessa tabella ho riportato pure le medie generali risultanti di tutti i valori senza distinzione di senso. Ho escluso dal computo le coppie per le quali appaiono evidenti vicende di irregolare vagabondaggio, considerando come tali quelle che fornirono valori di velocità giornaliera minore di 1 km. e quelle il cui senso di spostamento rimane incerto; di quelle invece per le quali lo spostamento indicato dai punti di lancio e di ricupero può essere interpretato come avvenuto nell'uno o nell'altro senso, ho tenuto conto di ambedue i valori calcolati attribuendoli alle rispettive direzioni. L'assegnazione ai singoli mesi è stata fatta secondo la data media del percorso.

I valori riassunti nella tabella mostrano innanzi tutto, come fu già osservato, l'ampio intervallo entro il quale risultano le velocità ricavate; non permettono poi dedurre un andamento annuo regolare delle variazioni di velocità per la mancanza di regolarità nella loro successione e stante la diversa ripartizione dei medesimi nelle varie epoche dell'anno. I valori medi complessivi, anche regolarizzati per trimestre, indicano solamente ed in modo non netto, un massimo in primavera, minimo in inverno e nei valori intermedi maggiori in estate che in autunno; ciò però non concorda con quanto mostrano e le esperienze del Marinelli e collaboratori, e quelle del Feruglio nell'Adriatico. Potrebbe mettersi in rilievo la constatazione del

Digitized by Google

Valori della velocità oraria in m.

	Nel senso della corrente litorale tradizionale									In senso contrario									Medi generali nel senso		
	1913			1914			1920-22			1913			1914			1920-22			della tradizionale	contrario	complessivi
	mass.	min.	medi	mass.	min.	medi	mass.	min.	medi	mass.	min.	medi	mass.	min.	medi	mass.	min.	medi			
Gennaio	—	—	—	—	—	—	—	—	41,6 (1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	41,6	—	41,6
Febbraio	1177,8	197,0	637,4	—	—	416.8 (1)	—	—	219,1 (1)	—	—	224.9 (1)	—	—	199,5 (1)	—	—	—	477,7	212,2	389,2
Marzo	554,5	54.5	304,5	751.1	439,3	595,2	—	—	109,5 (1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	401,1	—	401,1
Aprile	801,0	357,3	855 6	577,2	228,6	461,1	814,2	197,0	435,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	571,9	—	571,9
Maggio	429,6	43,8	299.9	1145,1	114,6	422,0	755,3	48,8	399,1	—	—	211,9 (1)	105,2	101,7	103,5	330,3	104,1	182,3	365,8	160,9	316,6
Giugno	364,0	152,8	247,7	736,1	250.0	452,0	927,5	115,3	445,5	—	—	192,5 (1)	277,5	273,0	275,3	427,4	203,2	266,3	426,3	260,1	370,9
Luglio	—	—	—	331,9	67,0	204,1	972,3	175,0	552,0	—	—	—	898,8	90,3	347,5	—	—	156,0 (1)	349,1	319,9	341,8
Agosto	189,4	182,5	186,0	1369,7	99,4	622,2	—	—	—	511,5	78,6	550,8	—	—	93,1 (1)	—	—	—	513,1	459,3	492,4
Settembre	777,6	46,0	330,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	330,9	—	330,9
Ottobre	—	—	254,5 (1)	—	—	—	—	—	296,3 (1)	—	—	134,8	—	—	—	—	—	—	274,2	134,8	227,6
Novembre	—	—	—	—	—	280,6 (1)	816,0	684,5	750.3	—	—	—	—	—	—	—	—	391,6	593,7	391,6	543,2
Dicembre	—	—	—	—	—	—	—	—	411,6 (1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	411,6	—	411,6
Anno	1177,8	43,8	393,6	1145,1	67,0	429,0	972,3	48,8	434,1	511,5	78,6	370,9	898,8	90,3	241,5	427,4	104,1	244,7	422,6	279,7	387,2

N. B. — L'indicazione (1) al disotto di valori medi, indica che il valore risulta da un solo dato.

Digitized by Google

valore inferiore della velocità nel senso contrario della tradizionale corrente mediterranea, rispetto a quello nel senso della medesima, come altro indizio della normalità di questo ultimo. Ma più che altro sono da prendere in considerazione come risultati di qualche reale significato i valori medi generali complessivi che, tenuto anche conto del diverso modo di computo del percorso riescono abbastanza concordanti con quelli delle esperienze dei prof. Marinelli, Dainelli, Stefanini e Baldasseroni.

La distribuzione dei valori di velocità secondo la durata del periodo di galleggiamento delle coppie ritrovate, mostrato dalla seguente tabella, appare pure molto irregolare, senza relazione con quella ricavata dagli altri sperimentatori.

Valori medi della velocità secondo la durata del periodo di galleggiamento.

		sino a 5 giorni	da 5 a 15 giorni	da 15 a 30 giorni	da 30 a 60 giorni	più di 60 giorni
Gennaio		—	—	—	41,6	—
Febbraio		224,9	208,0	1177,8	308,2	—
Marzo		—	349,5	751,1	—	109,5
Aprile		531,6	814,2	565,9	—	240,7
Maggio		478,6	238,2	211,9	374,4	158,8
Giugno		282,2	234,9	401,6	297,3	350,6
Luglio		464,2	146,8	429,9	—	231,6
Agosto		311,1	502,6	—	—	268,6
Settembre		—	211,8	—	169,0	—
Ottobre		134,8	—	296,3	—	252,4
Novembre		—	280,6	—	684,5	603,8
Dicembre		—	411,6	—	—	—
Anno	Massimi	1145,1	1369,8	1177,8	755,3	816,0
	Minimi	90,3	46,0	41,7	41,6	67,8
	Medi	429,8	319,4	487,4	324,6	269,6

Digitized by Google

Un poco più regolare risulta invece la distribuzione secondo la lunghezza del percorso, e concordante con l'andamento dedotto dalle esperienze nell'Adriatico, giacchè presenta valori medi complessivi annuali crescenti con la lunghezza del percorso stesso, il che potrebbe indicare che quanto più lungo è il percorso, tanto minore influenza sul valore complessivo hanno i valori diversi che può avere la velocità nelle porzioni di percorso compiute in prossimità di terra, nelle quali porzioni appunto i movimenti di trascinamento dei galleggianti debbono naturalmente essere più irregolari.

Valori medi della velocità secondo la lunghezza del percorso.

		sino a 50 Km.	da 50 a 150 Km.	da 150 a 300 Km.	da 300 a 500 Km.	più di 500 Km.
Gennaio		41,6	—	—	—	—
Febbraio		213,7	—	—	—	598,0
Marzo		54,5	297,0	751,1	109,5	—
Aprile		531,7	814,2	487,6	408,9	296,4
Maggio		283,5	303,6	199,9	181,6	593,7
Giugno		264,0	302,5	135,7	464,1	443,5
Luglio		193,8	484,2	129,4	487,1	287,7
Agosto		229,3	141,2	799,2	1369,7	444,1
Settembre		46,0	—	473,3	—	—
Ottobre		134,8	—	296,3	—	252,4
Novembre		280,6	—	—	—	630,7
Dicembre		—	411,6	—	—	—
Anno	Massimo	972,3	1145,1	1028,1	1369,7	1177,8
	Minimo	41,6	43,8	105,2	109,5	102,7
	Medio	237,1	362,2	402,6	474,7	458,4

Digitized by Google

***

Le serie così eseguite di ricerche con galleggianti hanno oramai, possiamo concludere, messo in sicura evidenza nelle linee fondamentali l'andamento dei moti delle acque superficiali del Mar ligure. Essi però ci si affacciano pure molto complessi e variabili nei particolari e si dovrà quindi ancora accertare e chiarire questi nei loro caratteri e cause per raggiungere una completa conoscenza della circolazione superficiale generale nel nostro mare.

Non potrà perciò pensarsi che esperienze del medesimo genere siano ulteriormente inutili, giacchè ritengo debbono anzi essere riprese e continuate per un periodo di tre anni consecutivi, senza interruzioni mediante lanci che vengono effettuati più regolarmente di quanto è stato sinora fatto, distribuiti uniformente lungo tutto il corso dell'anno e particolarmente in punti dalla parte della riviera di ponente, ove non ne fu eseguito quasi nessuno nelle precedenti serie ed ancora intensificate nelle aree che dai risultati ottenuti si mostrano più interessanti in causa del loro meno chiaro e più irregolare comportamento, quali ambedue gli estremi del bacino, le acque di Livorno, generalmente dell'arcipelago toscano, innanzi al golfo di Spezia e nell'intorno del promontorio di Portofino.

Ma ciò che inoltre dai risultati delle nostre esperienze si riconosce necessario, è di avviare le ricerche per un'altra via, quella cioè della contemporanea esplorazione sistematica talassografica durante i tre medesimi anni consecutivi nei quali si riprenderanno i lanci di galleggianti, effettuando crociere periodiche, una completa ogni due mesi al massimo, per raccogliere dati di temperatura e densità di acque marine a superficie e a profondità, essendo scarsissimi, insufficienti, e quelli già precedentemente noti, e quelli raccolti dallo Schmidt nella esplorazione del 1908-10.

Non sarà forse del tutto superfluo che insista su quanto in altre occasioni ho ripetuto, che, come ne risulta la necessità pure dalle considerazioni anche in questa relazione svolte, sia organizzata una regolare raccolta di dati meteorologici da ottenere non solo dai già esistenti osservatori terrestri, ma pure in pieno mare su navi in navigazione.

Digitized by Google

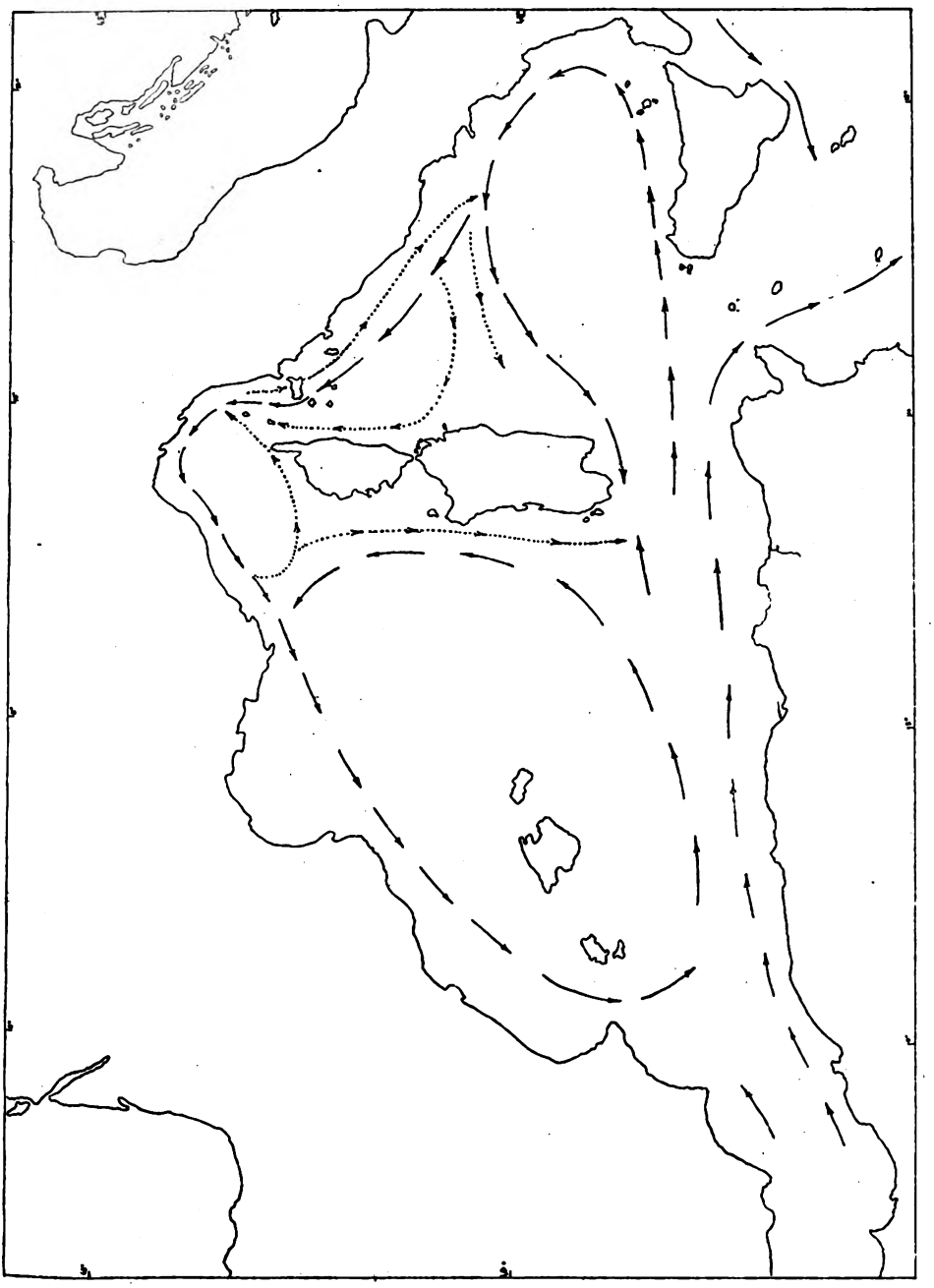
Così solo mettendo in relazione tutti tali elementi raccolti si potrà nutrire speranza di poter accertare l'esistenza e rendersi in qualche modo ragione della formazione degli eventuali rami secondari di corrente e delle variabilità della circolazione generale.

L'esame dei risultati delle nostre esperienze ci ha condotti a portare le nostre considerazioni al di fuori del ristretto bacino ligure che era particolarmente oggetto delle nostre ricerche, facendoci intravedere le relazioni di questo con gli altri bacini finitimi. Così sarà utile sia particolarmente per la conoscenza delle condizioni del Mar ligure, quanto importante pure in sè per acquistare eguali conoscenze degli altri bacini mediterranei, effettuare secondo un identico programma e contemporaneamente ricerche anche nel Tirreno.

Nella speranza che tali miei voti vengano favorevolmente accolti, chiudo questa mia relazione esprimendo i più vivi ringraziamenti ai membri del Comitato ligure, March. Pallavicino, Presidente, prof. Omodei, Segretario, e alla memoria del mai abbastanza compianto prof. A. Issel, che mi dettero modo di eseguire studi tanto importanti, e chiedendo venia se non riuscii a raggiungere risultati più ampi e definitivi.

Napoli, Maggio 1925.

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

ISTITUTO DI FARMACOLOGIA SPERIMENTALE DELLA R. UNIVERSITÀ DI GENOVA
(DIRETT. PROF. A. BENEDICENTI)

DOTT. MASCHERPA PIETRO

(ASSISTENTE DELL' ISTITUTO)

COBALTO E TUBERCOLOSI SPERIMENTALE DEL POLMONE

(NOTA PRELIMINARE)

Da moltissimi anni il Cobalto è oggetto di studio in questo Laboratorio. Sopratutto si è indagato il modo col quale questo metallo si fissa alle sostanze proteiche e qui non è il caso di riferire le numerose ricerche di indole farmacologica, chimica o chimico-fisica che sono state fatte a questo riguardo.

Ricorderò solo il diverso comportamento delle polveri di Cobalto e di ossido di Cobalto introdotte sotto cute (Ariola), il modo di eliminazione di questo metallo a traverso l'intestino ed il rene (Mascherpa), le proprietà disinfettanti delle Cobalto-proteine sul bacillo difterico (Gardella) ed infine le esperienze di Zanda sul destino della polvere di Cobalto iniettata per via endovenosa.

Da queste ultime ricerche che richiamano alla mente quelle antichissime fatte dal celebre Boyle sul Mercurio e quelle più recenti eseguite dal Magendie, è risultato che, portato dalla corrente circolatoria nei polmoni, il Cobalto viene immediatamente fissato dalle proteine del parenchima, vi si accumula e ne viene poi sottratto lentamente dal sangue circolante eliminandosi per via renale. Somministrato adunque in questo modo, il metallo che è arrivato nei polmoni dopo un po' di tempo scompare, ed è possibile iniettare molte volte la polvere metallica all'animale senza che questo dia segno alcuno di sofferenza.

Io ho voluto riprendere le esperienze di Zanda per ricercare microscopicamente dove il metallo si vada precisamente a fissare nei polmoni, come vada scomparendo, e, se pur fermandovisi a lungo, non vi determini reazioni od alterazioni

Digitized by Google

manifeste. Ed ho voluto, con ricerche per ora preliminari, estendere le mie indagini al polmone tubercolotico, anche pel fatto che, sia per le ricerche già citate della Gardella, sia per alcune osservazioni di altri Autori, si deve ascrivere al Cobalto un notevole potere bactericida.

Ho scelto come animale da esperimento il coniglio che, come è noto, è molto ricettivo per la tubercolosi ed ho adoperato il Cobalto della Casa Kalhbaum ridotto in polvere finissima e previamente ridotto all'idrogeno.

La polvere metallica, sospesa in soluzione acquosa di glucosio al 5% veniva iniettata nella vena marginale dell'orecchio del coniglio.

Negli animali normali uccisi in perfette condizioni di salute, quando l'eliminazione del metallo era ancora in atto, ho visto nei preparati istologici tutto il parenchima polmonare fortemente annerito. Il Cobalto si trova disposto in forma di granuli finissimi, situati specialmente nei vasi ed intorno ad essi, nonchè disposti ora isolati, ora in piccoli ammassi, nei setti inter-alveolari. La suddetta colorazione bruna si rende ancora più evidente quando si trattano le sezioni col Solfuro d'ammonio.

Ma sopratutto interessante è il fatto che, anche ricorrendo a colorazioni di contrasto, mai si può mettere in evidenza intorno ai granuli del metallo alcun fatto irritativo od infiammatorio da parte del parenchima polmonare.

Negli animali uccisi dopo un certo tempo dalla somministrazione del Cobalto, quando esso s'era già completamente eliminato, ho potuto constatare che nel tessuto polmonare così ricco un tempo di granuli bruni, non si trova alcuna lesione nè noduli o neoproduzioni connettivali di sorta intorno ai rari residui del metallo.

In sostanza il quadro istologico che così si mette in evidenza non è molto dissimile da quello che offre un tessuto polmonare normale.

Dunque il Cobalto, arrivato anche in forte quantità nel polmone primitivamente sano, vi viene fissato dai materiali proteici, vi si ferma per un certo tempo per poi eliminarsi; ma nel suo passaggio non produce nessuna alterazione.

Tenendo presente questi interessanti risultati, sono passato senz'altro a vedere come si comporta di fronte al Cobalto

Digitized by Google

il tessuto polmonare, non più sano, ma reso sperimentalmente tubercolotico.

Ho fatto uso di emulsioni di bacilli umani tratti da culture assai virulente e, per mezzo di iniezioni endo-tracheali, ho infettato con esse il polmone. Ho tenuto alcuni animali come controllo; gli altri ho trattato con dosi ripetute di Cobalto per via endovenosa.

Nei controlli ho potuto constatare che il processo morboso si era svolto indisturbato ed aveva raggiunto gradi estremamente gravi.

Numerosissime sezioni istologiche hanno dimostrato in alcune zone una infiammazione a tipo essudativo, quale corrisponde clinicamente alla cosidetta « polmonite caseosa e gelatinosa » ed altrove vaste zone occupate da un tessuto compatto, probabilmente secondario alle prime alterazioni e formato da elementi di vario tipo, linfociti, plasmacellule, cellule epitelioidi e giganti, globuli rossi, che occupano completamente gli alveoli polmonari, dando un quadro simile a quello della cosidetta splenizzazione polmonare.

Negli animali resi sperimentalmente tubercolotici e trattati col Cobalto, il quadro anatomo-patologico, si presenta invece assolutamente diverso.

Nel caso in cui il Cobalto viene somministrato a processo morboso appena iniziato e le iniezioni furono fatte in maggior numero, il metallo modifica radicalmente le manifestazioni della infezione tubercolare. Questa non ci mostra più le forme essudative a tipo pseudo lobare come negli animali di controllo, ma assume aspetti di maggior benignità. Si notano qua e là rari tubercoli elementari sparsi irregolarmente e non molto numerosi, alternati con altre formazioni nodulari portanti nel loro centro granuli di Cobalto. Nei preparati trattati col Solfuro d'ammonio si vede in questi noduli una colorazione bruna dovuta al Solfuro di Cobalto che, assai intenso nella parte centrale, va sfumando alla periferia.

È difficile chiarire la natura di questi noduli e la loro genesi, almeno solo in base alle presenti esperienze preliminari. Ma già dall'esame istologico accurato degli elementi che li costituiscono, si è indotti a credere che le suddette formazioni non siano di natura tubercolare, mancando in esse ogni elemento cellulare specifico, mentre invece vi prevalgono gli ele-

Digitized by Google

menti connettivali. Le prime ricerche fatte per mettere in evidenza il bacillo di Koch hanno dato risultato negativo.

Nei conigli in cui il metallo viene somministrato per una sola volta e quando il processo tubercolare ha già assunto proporzioni notevoli, si vede che il polmone che è fortemente imbevuto di Cobalto ne è privo là dove l'infezione tubercolare ha occupato il tessuto polmonare epatizzandolo. Evidentemente in queste zone i vasi trombizzati vi hanno impedito l'entrata e la diffusione del metallo.

Il polmone nelle parti sane non ha ancora avuto il tempo di reagire e si mostra intatto, pur albergando quantità notevoli di metallo.

Da quanto ho detto risulta che diversamente reagiscono alla presenza del Cobalto il polmone sano da quello tubercolotico.

Nel primo il metallo arriva e sosta a lungo indisturbato, il secondo invece, quasi si trovasse in uno stato di sensibilità particolare, risponde allo stimolo con una reazione che manca nel primo. L'infezione tubercolare decorre più benignamente offrendo quadri anatomo-patologici completamente differenti da quelli che si osservono nei controlli.

Si tratta ora di vedere se questo diverso comportamento del polmone nei due casi sia veramente costante e capace sempre di mutare radicalmente il decorso della tubercolosi polmonare sperimentale, e di vedere se esso si può mettere in rapporto solo con un'azione nociva del Cobalto sul bacillo di Koch, oppure con la mutata struttura chimica dei proteidi cellulari del polmone.

Mi propongo di far seguire a questa nota puramente preliminare altri lavori più completi con ricerche che ho tuttora in corso.

Genova, 15 gennaio 1927.

Digitized by Google

DOTT. GABRIELE LINCIO

STUDIO
D'UNA ROCCIA DEL BANCO GRAHAM

I. — L'esistenza del Banco Graham, a cui l'isola Graham o Giulia o Ferdinandea già appartenne, è stata messa in dubbio dopo ricerche eseguite negli anni 1922-1923 da navi oceanografiche straniere. Se non che recentissimi rilievi (1925), eseguiti dalla R. Nave Idrografica Ammiraglio Magnaghi e dalla R. Vedetta Idrografica Mario Bianco, hanno dimostrato che il Banco Graham non ha subito alcuna sensibile modificazione nella posizione e nella forma risultanti dai rilievi eseguiti nell'anno 1890 dalla R. Nave Idrografica Washington.

La sommità del Banco occupa un'area di pochi metri quadrati e si trova alla profondità di metri otto sotto il livello del mare. Essa è stata esplorata dal palombaro, che vi osservò materiale sabbioso, lapilli, frammenti e grandi massi di roccia lavica, portandone a giorno vistosi campioni.

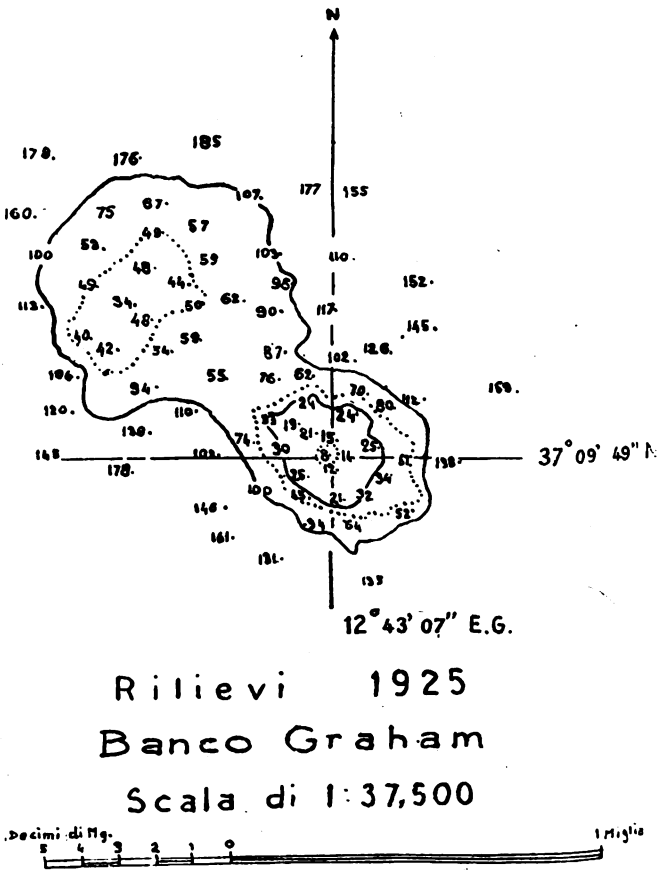
Dall'Istituto Idrografico della R. Marina di Genova per la squisita gentilezza del Direttore, Capitano di Vascello Luigi Tonta, che sulla R. Nave Amm. Magnaghi diresse i rilievi, potei avere campioni di detto materiale vulcanico, che ritenni degno di studio (1).

Specialmente mi interessò la roccia costituente un masso di circa un quintale di peso, dal quale mi venne permesso di prelevare vari frammenti sulla parte sana, cioè liberata dalla crosta superficiale che era stata a contatto diretto con l'acqua di mare. Unisco alla presente nota un piccolo piano del Banco

(1) Al Sig. Comandante Luigi Tonta vadano per questo i miei più cordiali ringraziamenti e così pure all'amico prof. Principi, che mi favorì alcuni campioni avuti dalla stessa fonte.

Digitized by Google

Graham, tolto dagli (1) [*Avvisi ai naviganti.* Ist. Idrograf. R. Marina. Genova. Foglio 197/416 del 1925], che indica la forma



(1) Gemmellaro C. — *Relazione dei fenomeni del nuovo vulcano sorto dal mare fra le coste di Sicilia e l'isola di Pantelleria nel mese di Luglio 1831.* Catania, 1831.

Davy John. — *Philosophical Transactions of the Royal Society of London.* 1832.

Prevost C. — *Note sur l'ile Julia etc.* Mem. Soc. Geol. de France. Tome II, Paris, 1835.

Baratta Mario. — *I terremoti d'Italia.* Torino, 1901.

Issel A. — *Geologia.* I, 1896.

Tonta L. — *Avvisi ai Naviganti.* Ist. idrog. della R. Marina Banco Graham N. 189/396 e N. 197/416 con allegato. 1925, Genova.

Digitized by Google

del banco stesso e l'esatta posizione geografica del punto donde vennero prelevati i suddetti campioni, cioè

long. 12° 43′ 07″ E. G. e lat. 37° 09′ 49″ N.

È appunto la parte sud-orientale del Banco che, come vedremo, emerse già quale isola temporanea e perciò ci interessano specialmente le indicazioni sulla natura litologica del materiale eruttato pubblicate dalle varie spedizioni che nel 1831 assistettero a questo grandioso fenomeno.

Quale materiale costituente dell'Isola Giulia vennero allora annoverati solamente ceneri, lapilli, scorie, detriti vulcanici e bombe, non venne indicata o venne direttamente esclusa la presenza di lave compatte.

Che così fosse lo prova il fatto che l'isola, emersa nel Luglio 1831, già nel settembre dello stesso anno mostrava di venir fortemente demolita dal mare. In due o tre anni venne spianata del tutto, ridotta a piccolo banco di sabbia nera per poi scomparire definitivamente. Dopo deboli segni di attività vulcanica nel 1835, nello stesso luogo dov'era scomparsa l'isola se ne ebbero nel 1863 de' più intensi e si notò l'emersione di uno scoglio (probabilmente il tappo craterico) che poi scomparve esso pure.

Tra le varie relazioni contemporanee all'eruzione (1831), quella di Yohn Davy alla R. Society di Londra si presenta come la più accurata ed attendibile. Vennero raccolte ed esaminate masserelle rocciose di color grigio scuro, contenenti augite e magnetite, simili a basalto vacuolare od a lave. Si tratta evidentemente della nostra roccia, di cui daremo in seguito dettagliate notizie petrografiche e chimiche.

Per l'isola di Graham o Giulia venne allora fissata con grande precisione la posizione (anno 1831):

Lat. 37° 08′ 30″ N.
Long. 12° 42′ 15″ E. G. } molto vicina a quella già indicata:

Lat. 37° 09′ 49″ N.
Long. 12° 43′ 07″ E. G. } (1925. R. Marina Italiana)

Questa precisa indicazione permise il ritrovamento dello scoglio subacqueo, unico residuo dell'isola scomparsa.

La nostra roccia, tolta da questo scoglio subacqueo, risponde pienamente, tanto per ubicazione quanto per i caratteri petrografici, alle indicazioni forniteci nel 1831 dalla spedizione

Digitized by Google

Graham. Quale sia poi la natura petrografica dell'intero banco non si sa; ma dall'esame del rilievo del Banco Graham (pag. 236) appare nella parte sud-orientale di esso evidente la forma di cono vulcanico più o meno scosceso, abraso nella parte superiore e pianeggiante a quota media di 24 ÷ 25 m. sotto il livello marino, con una superficie che si può ridurre a quella d'un cerchio di ca. 0,5 Km. di diametro. Quasi nel mezzo di tale piano s'aderge lo scoglio (guglia o tappo vulcanico) che sale fino ad otto metri sotto il livello del mare.

Non è improbabile che tale tappo craterico, sia quello comparso brevemente a fior d'acqua, come vedemmo, nel 1863.

La quota subacquea di 100 m. segna il contorno esterno del rilievo.

Va notato che la parte nord-ovest del Banco Graham presenta un piano simile al precedente di quota subacquea sui 45 m. ma senza guglia centrale. La parte sud-orientale del banco rappresenta così il vulcano recente, che può aver esplicato la sua attività a riprese e già in periodi di tempo più o meno remoti e lunghi anche nella parte nord-occidentale.

II. — La roccia che costituisce il campione massiccio, di cui sopra si tenne parola, ha un colore cenerino scuro, è tipicamente effusiva e bollosa, con bolle generalmente un po' allungate in un senso e di tutte le dimensioni, da piccolissime a quelle di 1 ÷ 2 cm. di diametro medio. La superficie delle bolle o cavità, esaminata al microscopio, si mostra disseminata di piccoli cristalli di magnetite con ottaedro dominante e con accenno a facce del cubo, poi anche di altri cristalli incolori, troppo piccoli però per prestarsi a determinazione morfologica.

Detta roccia, osservata con lente di 10 ingrandimenti, su superficie levigata lascia scorgere una struttura porfirica finissima.

In sezioni sottili si riconosce la struttura della roccia come ipocristallina porfirica; i cristalli relativamente più grandi, inclusi ed idiomorfi sono di feldspato, allotriomorfi invece il pirosseno e l'olivina e plaghe di nefelina; la pasta fondamentale vetrosa, bruna, è tanto fittamente disseminata di cristalli minutissimi di pirosseno, feldspato, magnetite etc., da dare alla roccia l'aspetto, del resto prevalente, di olocristallina. Riguardo all'esame ottico dei feldspati, non potendosi pensare a preparazione di lamine di sfaldatura secondo (001 = P) e (010 = M) per causa delle troppo piccole dimensioni dei cri-

Digitized by Google

stalli, feci uso del metodo proposto da Becker e da Becke e studiai le sezioni dei feldspati, normali ad ambedue le facce *P* e *M*, ottenendo, come media di parecchie misure dell'angolo di estinzione rispetto alla traccia di *M*, il valore + 36°, al quale corrisponde un plagioclasio di miscela (37 Ab + 63 An).

Su sezioni normali ad *M* di geminati secondo la legge dell'albite, ottenni come media dei massimi d'estinzione il valore + 37°, al quale corrisponde una miscela (35 Ab + 65 An), cioè un feldspato molto vicino al precedente per composizione chimica (1).

Il plagioclasio in questione è adunque compreso entro i limiti assegnati alla labradorite:

$$Ab_{50}\ An_{50}) \ [Ab_{37}\ An_{63} \div Ab_{35}\ An_{65}] \ (Ab_{25}\ An_{75}$$

e cioè quasi nel mezzo.

I cristalli di labradorite sono per lo più allungati secondo lo spigolo *P M* e tabulari per predominanza della faccia *M*.

Le dimensioni delle sezioni allungate a mo' di listerelle, che sono le più numerose, sorpassano di rado un millimetro di lunghezza per due decimi di larghezza; ma accanto a questi cristalli si notano pure in gran quantità cristalli minutissimi di generazione più recente. Sui cristalli di prima generazione si nota una certa sfrangiatura ai bordi, che farebbe pensare a cristalli idiomorfi intratellurici di feldspato, corrosi poi dal magma, il quale, per mutate condizioni di temperatura, di pressione e composizione chimica, in un secondo tempo non si trovava più in equilibrio con essi.

Per mezzo della linea di Becke si riscontra in sezioni sottili che il feldspato ha in ogni caso un indice maggiore di (1,54) cioè di quello del balsamo, osservazione che s'accorda colla precedente determinazione, restando esclusi anche i feldspati acidi.

Come inclusioni si notano nel feldspato qualche minutissimo cristallo di zircone, non determinabile però quantitativamente per via analitica, poi aghetti finissimi, leggermente verdicci, d'un probabile pirosseno e cristallini allungati di apatite,

(1) Riguardo ai valori qui elencati e per le determinazioni dei feldspati feci uso dei dati teorici e grafici forniti da:

J. P. Iddings. — Rock Minerals, 1906.

H. Rosenbusch. — Physiogr. der Min., 1905. Spez. Tl.

Digitized by Google

quest'ultima invece in quantità determinabile per mezzo dell'analisi chimica.

Un altro minerale, di color scuro, costituente della roccia studiata, si presenta solo in granuli che eccezionalmente raggiungono anche un paio di millimetri di diametro. Fratturato mostra di sfaldarsi non troppo facilmente secondo un prisma le cui facce fanno tra loro un angolo vicino a 90°. Lamine sottili di sfaldatura sono trasparenti in giallo verdiccio, le più spesse sono giallo-brune fino ad affumicate.

In sezioni sottili, normali ai piani di sfaldatura prismatica, l'estinzione è parallela alle diagonali dei quadrati formati dalle tracce dei piani di sfaldatura.

Il minerale è fortemente birifrangente, ma non è pleocroico.

Le lamine di sfaldatura prismatica presentano una estinzione inclinata rispetto allo spigolo del prisma e diedero come media di varie misure — 40° 30′ ± 1° 30′.

Per un confronto calcolai l'angolo di estinzione su (110) rispetto allo spigolo comune della zona (010) : (110), usando i dati forniti da Wülfing (1) per un diopside scuro di Nordmarken:

$$(010 : 110) = 43^{\circ}\ 35'; \quad c : V_{p\,(na)} = -\ 44^{\circ}\ 42'; \quad 2\,V_{na} = 60^{\circ}\ 28'$$

e trovai tale angolo

$$\sigma = 40^{\circ}\ 06'$$

abbastanza in buon accordo con quello da me misurato sul minerale in questione, il quale per i caratteri di coesione ed ottici, studiati anche sulle sezioni sottili, non può essere che un pirosseno diopsidico.

L'apatite si trova pure in tale pirosseno come incluso e la magnetite non manca, così che, e questo fatto e la mancanza di idiomorfismo, ci indicherebbero anche qui come probabile un riassorbimento parziale magmatico degli originali cristalli intratellurici.

Ad altro tipo di pirosseno vanno ascritti alcuni cristallini nerastri che isolai polverizzando la roccia. Nella zona dei prismi, su (010) all'incirca, essi presentavano al massimo una estinzione di 4 ÷ 5°.

(1) Rosenbusch. — Physiographie der Min. 1905 (pag. 203).

Digitized by Google

Mostravano un pleocroismo marcato

$X = V_{gr}$ | bruno verdiccio scuro fino a nero

$Y = V_m$ | bruno ambra

$Z = V_p$ | giallo leggermente verdiccio

Assorbimento: $X > Y > Z$.

Su di essi si scorgevano accenni a facce di prisma ed a sfaldatura prismatica quasi ortogonale. Si possono così ritenere come cristallini semi-idiomorfi di egirina.

Essi presentano anche accrescimento zonale ed inclusioni di materia vetrosa.

In sezioni sottili si scorgono granuli d'olivina, mai idiomorfa, piuttosto abbondanti, distinguibili dal pirosseno per la tipica superficie zigrinata. Vi si notano inclusioni di magnetite e d'ilmenite ed anche più grandi di vetro. Queste inclusioni sono allineate su direzioni ortogonali fra loro, tracce di pinacoidi, parallelamente alle quali si ha l'estinzione della luce.

La magnetite è abbondantemente disseminata nella roccia e, come vedemmo, sulle pareti delle bolle. Nella roccia è per lo più in forma di granuli e di pulviscolo minuto, raramente in forma di ottaedri, nelle cavità delle bolle si notano invece ottaedri lucenti, modificati da minutissime facce del cubo.

Dalla magnetite, estratta dalla polvere della roccia per mezzo del magnete, e poi trattata con acido nitrico conc. e bollente, ottenni una soluzione che dava la reazione del manganese molto evidente. Quest'ultimo elemento venne riscontrato e dosato analiticamente.

La nefelina è relativamente piuttosto abbondante. Raramente appare idiomorfa con qualche sezione quadratica od esagona, per lo più è sparsa a chiazze nella massa fondamentale tra i feldspati e l'augite, come formazione posteriore al feldspato.

Non venne riscontrata la presenza dell'Haüyna.

La nostra roccia che contiene come elementi mineralogici costituenti: Labradorite, Pirosseno, Nefelina con *Olivina* ed ha tutti i caratteri di una roccia neovulcanica effusiva, possiamo denominarla una *basanite*.

Nel detrito e tra i lapilli raccolti sulla sommità del banco Graham si riscontra un materiale molto eterogeneo e fra questo sostanza vetrosa nera. Date le piccole dimensioni del materiale, vi si nota una forte alterazione.

Digitized by Google

Però qualche lapillo o come tale o frantumato viene ancora attirato dalla calamita, dove cioè la magnetite non è passata a limonite.

III. — Della roccia qui studiata dal lato petrografico, determinai il peso specifico adoperando il materiale scelto per l'analisi chimica ed in forma di polvere di finezza media. Ottenni così p. sp. = 2,94. L'analisi chimica quantitativa diede i risultati qui sotto indicati nella colonna I. Lasciando fuori del computo l'acqua si hanno i valori della colonna II, e portando la somma a 100 si hanno quelli della colonna III. La colonna IV ci indica il numero di molecole per cento.

	I.	II.	III.	Numero di molecole IV.
SiO^2	48.94	48.94	49.19	54.39
TiO^2	1.95	1.95	1.96	1.63
Al^2O^3	15.86	15.86	15.94	10.37
Fe^2O^3	5.33	5.33	5.36	2.22
FeO	7.89	7.89	7.93	7.30
MnO	0.28	0.28	0.28	0.26
MgO	5.74	5.74	5.77	9.57
CaO	5.06	5.06	5.09	6.03
Na^2O	6.25	6.25	6.28	6.72
K^2O	2.03	2.03	2.04	1.44
H^2O	0.40			
P^2O^5	0.16	0.16	0.16	0.07
	99.89	99.49	100.00	100.00

Nella tabella seguente N. 1 pag. 243-e 244 sono elencate 13 analisi di rocce (1) da paragonore alla qui studiata. Ai percenti delle analisi stanno immediatamente sotto i numeri di molecole, moltiplicati per cento, corrispondenti. I numeri di molecole della nostra analisi sono stati ricavati da colonna III, come venne sopra indicato.

Con questi dati si costruì il diagramma comparativo delle 13 analisi. Quella di Pisani N. 7 venne lasciata via in questo caso, perchè la silice eccede di troppo sulle altre: essa verrà considerata poi nel diagramma delle *norme*.

(1) Tolte da

H. S. Washington. — Chemical Analyses of igneous rocks. 1917. U. S. Geolog. Survey. Prof. Pap. 99, con indicazione della pagina e del numero d'ordine dell'analisi.

Digitized by Google

Anal.	p. sp.	SiO^2	TiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na^2	K^2O	H^2O^+	H^2O^-	P^2O^5			SOMMA
1	2.74	48.23 80.4	2.00 2.5	17.43 17.1	2.77 1.7	5.92 8.2	0.18 0.3	2.99 7.5	6.38 11.4	6.87 11.1	2.78 3,0	2.84	0.54	0.69 0.5	$ZrO^2 = 0.04$ $S = 0.08$ $V^2O^3 = 0.04$	$BaO = 0.08$ $SrO = 0.08$	99.97
2		49.39 82.3		14.86 14.6	7.35 4.6	5.42 7.5		5.62 14.1	7.08 12,7	4.71 7.6	2.54 2,7	2.52		0.20 0.1			99.69
3		49.08 81.8	2.12 2.7	17 38 17.0	5.83 3.6	6.05 8.4		3.70 9.3	7.41 13.2	5.84 9.4	2.16 2.3			0.19 0.1			99.76
4		46.66 77.8	3.00 3.8	18.57 18.2	2.14 1.3	7.48 10.4	0.19 0.3	2.93 7.3	7.93 14.1	6.49 10.5	2.79 3.0	0.70	2.20	0.40 0.3			99.48
5		50.18 83.6	1.10 1.4	18.86 18.5	0.40 0.3	7.80 10.8	0.03	3.54 8.8	10.81 19.3	4.92 7.9	2.05 2.2			0.30 0.2	$Cl = 0.15$ $V^2O^3 = 0.05$		100.27
6	2.86	47.51 79.2	1.10 1.4	19.17 18.8	2.72 1.7	5.69 7.9		7.50 18.8	9.66 17.2	4.20 6.8	1.45 1.6	1.21					100.21
7		49.75 89.2	2.45 3.1	18.30 17.9	2.85 1.8	6.28 8.8		3.45 8.6	9.76 17.8	4.96 8.0	1.89 2.0	0.40		0.03			100.12
8	2.77	48.13 80.2	1.74 2.2	18.44 18.0	3.41 2.1	4.30 6.0	0.19 0.3	3.06 7.7	5.89 10.5	8.00 12.9	3.80 4.0	1.59	0.18	0.49 0 3	$ZrO^2 = 0.05$ $Cl = 0.29$ $F = 0.06$ $S = 0.09$	$NiO = 0.02$ $BaO = 0.10$ $SrO = 0.10$	99.93
9	2.97	48.35 80.6	1.33 1.5	15.47 15.2	4.80 3.0	7.58 10.6	0.21 0.3	8.15 20.4	8.81 15.7	3.09 5.0	0.95 1.0	0.73	0.28	0,33 0,2	$SO^3 = 0.07$ $NiO = 0.02$ $BaO = 0.06$ $SrO = 0.03$		100.26
10		49 00 81.7	3.25 4.1	15.63 15.3	4.03 2.5	5.00 6.9		7.86 19.7	8.16 14.6	3.93 6.3	2.60 2.8	0.13	0.18	0.63 0.4			100.40
11		48 46 80.8	2 03 2.5	15 92 15.6	3.42 2.1	8.00 11.1	0.18 0.3	5.05 12.6	10.02 17.9	4:13 6.6	1.61 1.7	0.01	0.03	0.65 0.5	$SO^3 = 0.14$ $SrO = 0.09$		99.74
12		48.06 80.1	3.31 4.1	15.90 15.6	3.37 2.1	7.97 11.1	0.06	7.11 17.8	9.37 16.8	3.19 5.2	0.85 0.9	0.40	0.06	0.36 0.3	$Cl = 0.14$ $NiO = 0.09$		100.24
13		49.78 83.0	3.11 3.9	13.37 13.1	2.16 1.4	7.51 10.4		7.61 19.0	7.95 14.2	4.72 7.6	2.37 2.5	0.34	0.08	0.72 0.5			99.71
14		48.94 81.98	1.95 2.45	15.86 15.63	5.33 3.35	7.89 11.01	0.28 0.39	5.74 14.42	5.06 9.09	6.25 10.13	2.03 2.17	0.40		0.16 0.11			99.89

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
568 — 7	464 — 128	570 — 26	570 — 33a	574 — 12	574 — 13	574 — 14	578 — 7	608 — 31	618 — 103	618 — 106	620 — 111	674 — 20	G L

L'analisi N. 1 si trova nell'opera citata di H. S. Washington a pag. 568 — N. 7 e così via.
L'analisi N. 14 è stata eseguita dall'autore (G. L.).

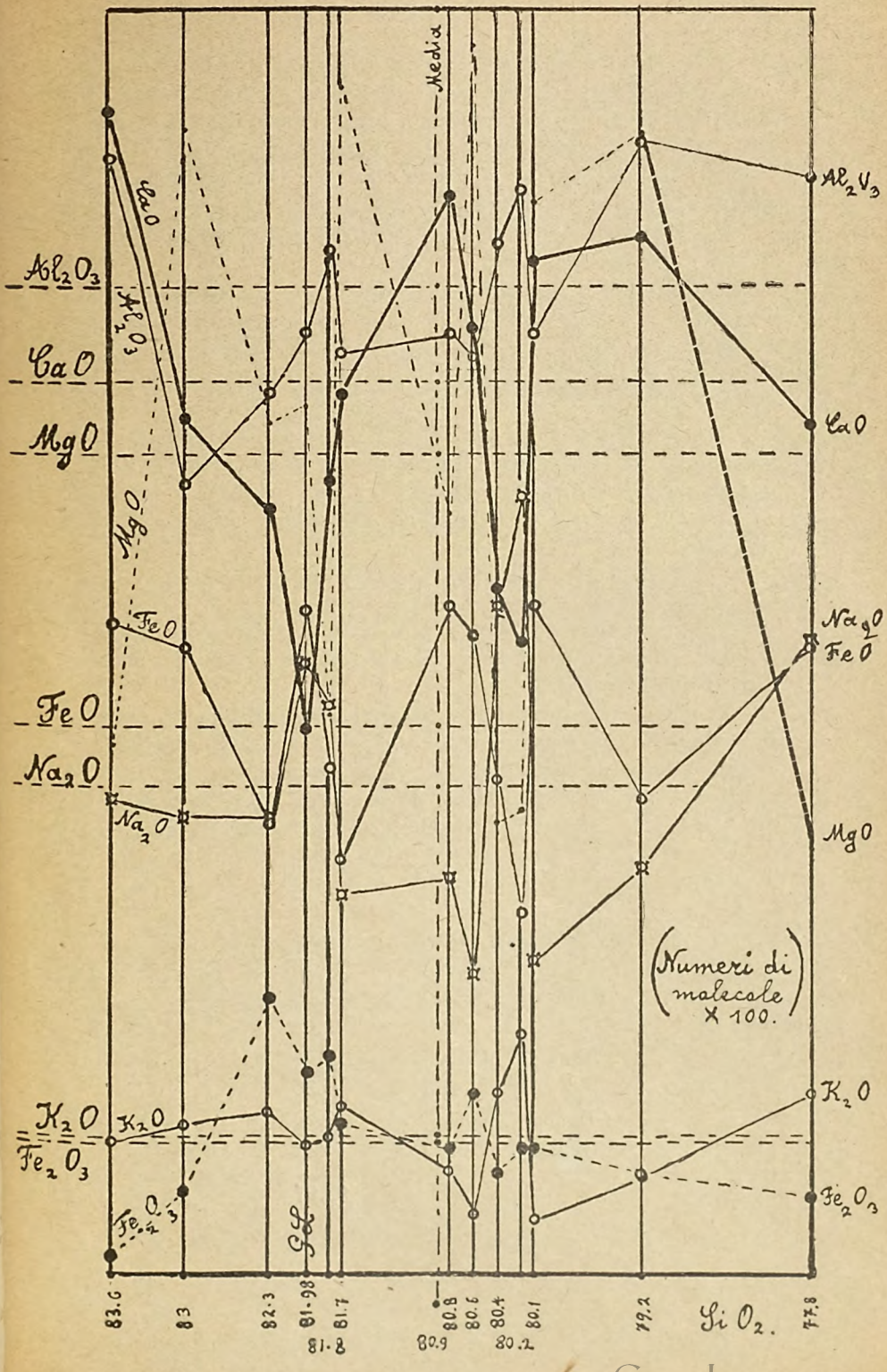
Digitized by Google

Tabella N. 1 (Continua)

	NORMA	LOCALITÀ	ROCCIA	ANALISTA
1	or = 16.68 di = 15.13 ap = 1.68 ab = 23.84 ol = 4.18 an = 8.34 mt = 3.94 ne = 18.60 il = 3.80	Near Big Mountain Uvalde Cunty Texas	Basanite	W. F. Hillebrand
2	or = 15.01 di = 17.95 ab = 28.30 ol = 6.71 an = 11.95 mt = 10.67 ne = 6.25 ap = 0.34	Otago New Zealand	Nefelite Basanite	P. Marshall
3	or = 12.79 di = 16.87 ap = 0.34 ab = 28.30 ol = 2.88 an = 14.73 mt = 8.35 ne = 11.36 il = 4.10	Etna, Catania Eruz. 25 genn. 1911	Basalto, sabbia	F. S. Sfarabba
4	or = 16.68 di = 19.72 ap = 1.01 ab = 13.62 ol = 2.76 an = 13.07 mt = 3.02 ne = 22.44 il = 5.78	Domain Auckland New Zealand	Nefelite Basanite	H. S. Washington
5	or = 12.23 di = 23.69 ap = 0.67 ab = 17.82 ol = 6.64 an = 23.35 mt = 0.70 ne = 12.78 il = 2.13	Stromboli Eruz. marzo 1901	Basalto	A. Brun
6	or = 8.90 di = 15.14 ab = 17.29 ol = 12 85 an = 28.91 mt = 3 94 ne = 9.94 il = 2 13	Ustica, Is. Eolie Costa di Tramont.	Basalto olivinico	A. Martelli
7	or = 11.12 di = 22.37 ab = 23.58 ol = 2.08 an = 21.96 mt = 4.18 ne = 9.94 il = 4.71	Etna Eruzione 1908	Basalto	Pisani
8	or = 22.24 hl = 0.47 ap = 1 1 ab = 14.67 di = 17.86 il = 3.34 an = 4.17 ol = 1.56 ne = 27.55 mt = 4.87	Mount Inge Uvalde County Texas	Basanite	W. F. Hillebrand
9	or = 5.56 di = 12.98 il = 2.28 ab = 26.20 hy = 8.84 ap = 0.67 an = 25.58 ol = 9.92 mt = 6.96	San Rafael Flow Colfax County New Mexico	Basalto	W. F. Hillebrand
10	or = 15.57 di = 15.37 ap = 1.34 ab = 25.15 ol = 9.05 an = 17.24 mt = 5.80 ne = 4.26 il = 6.23	Bosa Sardegna Tres Nuraghes	Basalto	H. S. Washington
11	or = 9.45 di = 20.24 ap = 1.68 ab = 15.68 ol = 8.50 an = 20.29 mt = 4.87 ne = 4.83 il = 3.80	Etna Lava 1910	Basalto	H. S. Washington
12	or = 5.00 di = 13.63 mt = 4.87 ab = 26.20 hy = 10.30 il = 6.23 an = 26.97 ol = 5.31 ap = 1.01	Isola Linosa Monte Ponente	Basalto	H. S. Washington
13	or = 13.90 di = 21.16 ap = 1.68 ab = 26.72 ol = 11.21 an = 8.34 mt = 3.25 ne = 7.10 il = 5.93	Cheremule Sardegna, Monte Cucuruddu	Basalto	H. S. Washington
14	or = 11.52 di = 14.36 ap = 0.30 ab = 21.24 ol = 5.61 il = 3.26 an = 8.81 hy = 12.61 mt = 4.44 ne = 14.76	Isola Giulia Sciacca Sicilia	Basanite	G. Lincio

Digitized by Google

Diagramma N. 1.



Digitized by Google

Adunque il diagramma N. 1, valevole per numeri di molecole moltiplicati per cento, venne costruito portando da destra a sinistra in ordine crescente sull'ascissa i numeri di molecole della silice delle varie analisi, su ogni ordinata della silice invece i numeri di molecole delle basi corrispondenti per la stessa analisi.

Per ciascuna *base* vennero uniti fra loro di seguito mediante rette i tredici punti.

Dalle 12 analisi (esclusa quella di Pisani) ricavai la media per

SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	FeO	MgO	CaO	Na^2O	K^2O
80.9	16.4	2.2	9.1	13.6	14.8	8.1	2.3

Prendendo allora come ordinata media della $SiO^2 = 80{,}9$, vennero su di essa segnati i numeri medi di molecole ($\times 100$) per mezzo delle 7 orizzontali tratteggiate, indicate al fianco sinistro del diagramma per ordine dall'alto al basso e così raggruppate:

$$Al^2O^3,\ CaO,\ MgO;\ FeO,\ Na^2O;\ K^2O,\ Fe^2O^3.$$

Nel diagramma la nostra analisi è contrassegnata sulla ordinata 81.98 con le lettere GL. e trovasi a sinistra poco discosta dalla media.

I numeri di molecole per cento, ricavati dall'analisi della roccia del Banco Graham, vedi colonna IV pag. 242, servirono al calcolo dei numeri di molecole centesimali dei minerali ideali *normativi*, analogamente a quanto H. S. Washington fece per le altre analisi qui considerate. Ottenni così i seguenti:

Numeri di molecole di minerali della *Norma* % Banco Graham	Or	11.52
	Ab	24.24
	An	8.84
	Ne	14.76
	Di	14.36
	Ol	5.61
	Hy	12.64
	Ap	0.30
	Il	3.26
	Mt	4.44
		99.97

Digitized by Google

Distinsi tre gruppi:

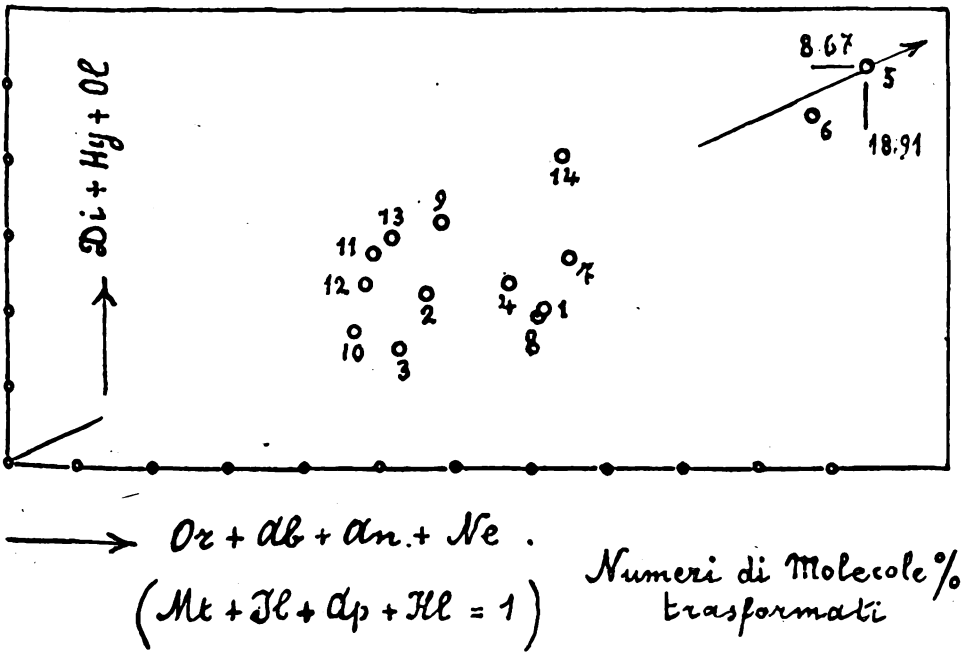
a) Silicati incolori: feldspati e feldspatoidi: Ortosio (Or), Albite (Ab), Anortite (An), Nefelina (Ne).

b) Silicati colorati: Diopside (Di), Iperstene (Hy), Olivina (Ol).

c) Minerali non silicati: Apatite (Ap), Ilmenite (Il), Magnetite (Mt), Alite (Hl).

Facendo uso dei valori indicati dalla norma (Tabella I pag. 244) sommai tra loro i numeri di molecole nei tre gruppi $\{Or + Ab + An + Ne\}$, $\{Di + Hy + Ol\}$, $\{Mt + Il + Ap + Hl\}$ e li trasformai proporzionalmente, facendo il terzo gruppo uguale alla unità.

Diagramma N. 1.



I valori seguenti, così ottenuti, servirono per il grafico N. 2, ed i numeri progressivi si riferiscono a quelli corrispondenti delle analisi in tabella N. 1 pag. 243 e 244.

Digitized by Google

	Or + Ab + An + Ne	Di + Hy + Ol	Mt + Il + Ap + Ill
1)	7.16	2.05	1
2)	5.59	2.24	»
3)	5.25	1.54	»
4)	6.71	2.39	»
5)	18.91	8.67	»
6)	10.72	4.61	»
7)	7.49	2.75	»
8)	7.08	2.00	»
9)	5.78	3.20	»
10)	4.65	1.83	»
11)	4.86	2.78	»
12)	4.80	2.41	»
13)	5.16	2.98	»
14) G L.	7.42	4.08	»

Il diagramma N. 2 pag. 247 venne costruito coi dati di tale tabella, mettendo i valori, corrispondenti al gruppo dei feldspati e dei felspatoidi sull'ascissa, quelli per i minerali colorati sull'ordinata. Passiamo ora all'esame dettagliato dei due diagrammi.

Come si può vedere nel diagramma N. 1 sulle tre linee orizzontali di media posizione, cioè Al^2O^3, Ca O, Mg O, che sono tra loro raggruppate, l'andamento delle tre linee spezzate è molto irregolare. L'allumina presenta già oscillazioni accentuate, mentre il Ca O e l'Mg O ne hanno di quelle addirittura fortissime. Abbinati sono invece: Fe O, Na^2O e poi K^2O, Fe^2O^3, ben distanziati l'uno dall'altro e con oscillazioni molto meno forti che nel primo gruppo.

Se non si sapesse che durante la preparazione e polverizzazione del materiale d'analisi, ciò che vale anche pei silicati, fino a 40 % dell'Fe O può passare a Fe^2O^3 ed essendo d'altronde noto che la determinazione degli alcali non è in generale proprio tra le più precise, si potrebbe essere indotti a prima vista a classificare le rocce di questo gruppo a seconda del contenuto per 100 di silice e di una o dell'altra delle basi ultime citate.

Le analisi della Tabella I vennero scelte adottando come criterio che la silice potesse oscillare intorno a 81 ± 3, numero di molecole ($\times 100$), e che l'allumina si avvicinasse alle $16 \div 17$ molecole.

Digitized by Google

Fig. 1

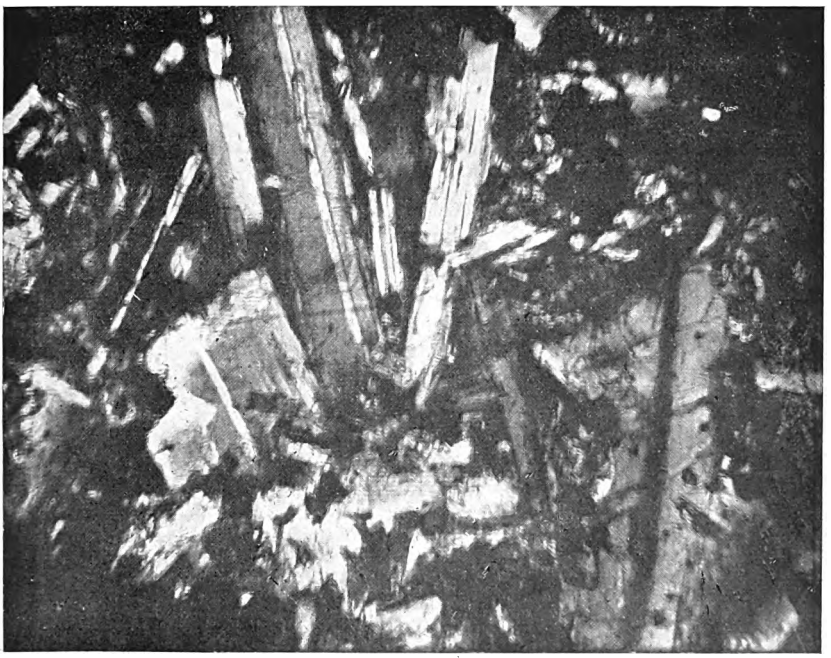


Fig. 2

Digitized by Google

Digitized by Google

Nel diagramma N. 2 coi numeri di molecole di minerali normativi per cento, modificati ponendo la somma delle molecole dei minerali non silicati eguale all'unità, e variando proporzionalmente la somma delle molecole dei salicati colorati e quella dei salicati incolori, si ha una rappresentazione chimica, che si basa sugli stessi criteri, un po' soggettivi, che servirono a stabilire la norma delle rispettive rocce.

In questo diagramma l'analisi N. 7 (Pisani) s'avvicina al gruppo centrale, la nostra N. 14 si trova al bordo di esso, la 6 più discosta e la 5 fuori del campo delimitato.

Nel diagramma N. 1 la nostra analisi, contrassegnata con le lettere G. L. figurava come poco discosta dalla verticale di media della silice.

La conclusione che si può ricavare dall'esame dei diagrammi si è che, trattandosi di un gruppo di rocce derivanti, a seconda dei varii casi, da un magma già più o meno differente e poi ancora modificato chimicamente dal mezzo includente, entro il quale saliva per poi effondersi, ed anche modificato dal mezzo aereo o marino entro il quale quest'effusione si consolidava, non c'è da meravigliarsi se si hanno oscillazioni forti nel tenore delle basi e della silice.

Per rocce di tale tipo la classificazione qualitativa petrografica è sempre ancora la migliore, e meglio rispondente alla natura e mutabilità di queste miscele petrogenetiche, degli, agenti mineralizzatori concomitanti e dell'ambiente di percorso e d'effusione.

IV. — Descrizione delle fotografie riprodotte nella tavola N. III.

1) Basanite bollosa con listerelle (geminati) di labradorite, granuli di diopside e di olivina. Ingrand. 32 volte, luce naturale.

2) Idem. Geminati di labradorite. Ingrand. 150 volte, luce polarizzata. Nicols incrociati.

Istituto di Mineralogia della R. Università
Genova - Giugno 1927.

Digitized by Google

ISTITUTO DI FARMACOLOGIA DELLA R. UNIVERSITÀ DI GENOVA
(DIRETTORE PROF. A. BENEDICENTI)

RASTELLI G.

SU ALCUNE MODIFICAZIONI SUBITE DA POLVERI METALLICHE TRATTATE CON SOLUZIONE DI ALBUMINA D'UOVO

In questo Istituto si studia da tempo l'azione delle polveri metalliche sopra le soluzioni di sostanze proteiche e da queste ricerche è risultato, fra l'altro, che mentre i metalli allo stato elementare vengono fissati dalle sostanze proteiche, gli idrati e gli ossidi non vengono invece fissati o lo sono soltanto in misura assai piccola.

Riprendendo alcune ricerche in questo campo di studi mi è occorso di osservare che mentre il ferro in polvere e ridotto all'idrogeno veniva fissato dalle soluzioni albuminose, la polvere metallica residuo di una di queste operazioni, non poteva più servire a metallizzare una nuova soluzione di sostanza proteica.

Intorno a questo fatto singolare ho eseguito alcune ricerche che qui riferisco in forma preliminare.

A spiegare il fenomeno in discorso si potrebbe pensare che le particelle di metallo (messe a contatto con le soluzioni di albumina) si rivestano di uno strato sottile di proteina (forse modificata) e divengono così ulteriormente inattaccabili. Per rispondere alla questione ho fatto agire l'albumina sopra il ferro in polvere come qui sotto è descritto:

gr. 5 di ferro in polvere e ridotto all'idrogeno vengono uniti ad una soluzione di albumina (un bianco d'uovo portato al volume di 150 cc. con acqua distillata e filtrato) il tutto messo in termostato a 38° per sei ore agitando di tempo in

Digitized by Google

tempo. Il ferro rimasto inattaccato venne lavato per decantazione numerosissime volte con acqua distillata tiepida, poi con alcool, successivamente con etere e infine seccato.

La polvere metallica così ottenuta, trattata con una nuova soluzione di albumina, non viene più attaccata.

Se esiste sopra i granuli metallici uno strato protettivo di albumina modificata, questo ha la proprietà di non essere disciolto dall'acqua e perciò ho pensato di trattare il ferro (preparato come sopra descritto) con acido nitrico al 10 % allo scopo di sciogliere l'eventuale strato protettivo e di ottenere di conseguenza una soluzione di sale di ferro. In queste condizioni ho veduto che la polvere di ferro per il solo fatto di essere stata a contatto con una soluzione di albumina diventa insolubile nell'acido nitrico.

Questo fatto trova riscontro nelle proprietà del ferro passivo che dal giorno della sua scoperta (1) fu oggetto di studi e di ipotesi senza però, fino ad oggi, che il fenomeno fosse chiarito.

Tra le diverse ipotesi proposte per spiegare il fenomeno della passività del ferro, vi è quella di Faraday e Schönbein che considera uno strato di un ossido speciale rivestente la superficie del metallo (2). Questa ipotesi sembra probabile nel caso del ferro reso inattivo per opera dell'albumina, poichè (come sarà descritto in un lavoro che tra breve verrà pubblicato) tale sostanza è dotata di proprietà ossidanti non trascurabili.

Per meglio confrontare le proprietà del ferro che ha subito l'azione dell'albumina, con il vero ferro passivo, ho preparato questa sostanza e ne ho osservato qualche nuova particolarità.

Come è noto il ferro normale occlude notevoli quantità di idrogeno, mentre non mi risulta che tale proprietà sia stata studiata nei riguardi del ferro passivo. Ho preparato perciò il ferro passivo per azione dell'acido nitrico (ds. 1,45) sopra il ferro normale, e, servendomi dell'apparecchio descritto da Siewert (3) ho potuto notare che nelle mie condizioni di esperienza:

il ferro normale in polvere occlude bene l'idrogeno, mentre il ferro passivo non ne occlude.

(1) Wenzel, Rier. Phyl. Trans. 80-359.
(2) Faraday and Schönbein. Phyl. Mag. (3) 9, 53.
(3) Zeitschrift für Physk. Chemie, 1908.

Digitized by Google

Un'altra proprietà del ferro passivo che ebbi occasione di osservare, riguarda il suo comportamento di fronte alle sostanze proteiche: mentre queste fissano metallo se messe a contatto con ferro normale, ciò non avviene se messe invece a contatto con ferro passivo.

Queste nuove proprietà possedute da tale sostanza mi hanno servito per meglio confrontare il vero ferro passivo con quello ottenuto per azione dell'albumina sopra il ferro normale.

La seguente tabella mostra in forma riassuntiva i risultati ottenuti:

Sostanza / Proprietà	Ferro normale	Ferro passivo	Ferro che ha subito l'azione dell'albumina
solubilità in ac. nitrico diluito	solubile	insolubile	insolubile
comportamento con i sali di rame	precipita il rame	non precipita il rame	non precipita il rame
occlusione dell'idrogeno	ne occlude notevoli quantità	non ne occlude	non ne occlude
comportamento di fronte alle sostanze proteiche	viene fissato	non viene fissato	non viene fissato

Questa coincidenza di proprietà riscontrate tra il ferro passivo e il ferro trattato con soluzione di albumina dimostra quale sia l'attività chimica di questa sostanza.

Ulteriori ricerche più minute ed estese ad altri metalli e ad altre proteine potranno meglio chiarire il fenomeno in oggetto.

Digitized by Google

ARCIERO BERNINI

L'INSEGNAMENTO DEI PRINCIPI DELLA TERMODINAMICA NELLE SCUOLE TECNICHE SUPERIORI

(Nell'esporre le idee che seguono su questo importante e non facile argomento, l'autore crede bene di premettere, come egli non pensi affatto che la forma propugnata debba essere addirittura proprio la migliore.

Pensa solamente che, allo stato attuale della questione, in quella forma sia possibile esporre i principii fondamentali della termodinamica *altrettanto praticamente*, ma con maggior rigore scientifico, di quanto d'ordinario non si faccia; perché, è inutile negarlo, *salve pochissime eccezioni;* i riassunti di corsi e persino i trattati più in uso fra gli ingegneri, quand'anche non contenessero molto sovente degli errori, sono però quasi sempre inadatti a fornire un'idea chiara e sufficientemente elevata di cotesta principalissima base delle scienze naturali).

I. — Generalità.

La grande difficoltà che incontra chiunque si proponga di trattare la *Termodinamica*, in modo da farne risultare in chiaro rilievo quelle linee che ne costituiscono l'ossatura, è dovuta senza dubbio per la massima parte alla estrema generalità di questa complessa dottrina. E si comprende facilmente come, dovendo essa poter contemplare ed abbracciare senza eccezione alcuna tutti i campi più differenti di tutte le scienze, debba di conseguenza non solo fondarsi sui concetti più generali della fisica, ma anche ammettere postulati ed impiegare metodi deduttivi, che non siano soggetti alla più piccola eccezione.

È questa una notissima difficoltà intrinseca, che a più riprese ha obbligato a mutamenti di forme e di enunciati, difficoltà chè tanto più si avverte quanto più lo studio delle questioni generali viene approfondito. Chi più che dello spirito

Digitized by Google

fisico della questione si preoccupa della sua forma matematica, può superare (alcuni dicono può illudersi di superare) abbastanza bene la difficoltà, introducendo opportuni elementi perfettamente definiti dal punto di vista matematico, senza troppo preoccuparsi del significato fisico, che poi dovrà far loro corrispondere. In fondo quelle costruzioni quasi assiomatiche della termodinamica basate sopra astratte concezioni della *energia d'un sistema isolato*, e più ancora sulla definizione della *funzione entropia* ad esso sistema corrispondente e sulla postulazione che questa debba sempre andar crescendo, o al più in un caso limite rimaner costante, rispondono appunto a tentativi per risolvere nel senso suddetto la difficoltà fondamentale.

Ma quantunque per un tempo non breve codeste esposizioni astratte siano state considerate come le sole *vere* esposizioni scientifiche, e quelle invece di indole più obbiettiva e fisica come delle loro particolarizzazioni pratiche più o meno esatte, si è poi finito col dover considerare la questione da un punto di vista radicalmente diverso, accordando finalmente all'*esperienza fisica* tutto quanto le era dovuto.

Ma non sempre il ritorno al senso fisico, e quasi si potrebbe dire all'origine fisica delle varie questioni, ha avuto un effetto del tutto soddisfacente. Nessuno osa negare che, anche nelle più elevate elucubrazioni teoriche di qualsiasi scienza, non possa tornar molto utile lo scender di quando in quando a casi concreti e pratici. E, forse allettati da un'apparente facilità a farlo, od anche desiderosi di mantener un contatto colle origini eminentemente fisiche della teoria, i teorici della termodinamica non hanno mai trascurato del tutto una tale discesa fino alla realtà; e infatti non esiste forse nessun trattato di termodinamica, che per es. non consideri *esplicitamente* la macchina a vapore, sia pur attribuendole un ciclo di funzionamento che nella pratica è irrealizzabile. Ma, forse appunto per cotesta quasi immediata applicabilità tecnica della termodinamica, non di rado si è esagerato, anche da parte teorica, nella sottomissione dei suoi principi alla *esperienza*, facendoli quasi dipendere dalla nostra attuale esperienza, e senza mettere abbastanza rilievo che essi non possono essere logicamente considerati come i principi più generali di tutte le scienze naturali, se noi, non assurgendo oltre le esperienze effettivamente eseguite ed eseguibili, non generalizziamo le nostre affermazioni, fino a toglier loro qualsiasi traccia *di apprezzamenti antropomorfici*.

Digitized by Google

È troppo noto come le scienze si siano dapprima costituite e successivamente elevate, appunto superando gradatamente il nostro innato antropomorfismo, perchè occorra parlarne in generale. Ma un breve accenno al nostro caso particolare non sarà inutile.

Il primo principio della termodinamica sotto l'influsso di Ostwald è stato per molto tempo considerato quasi generalmente, e forse da molti lo è ancora, come perfettamente identificantesi coll'affermazione della nostra impossibilità a costruire il *perpetuo mobile di prima specie*. Ma ora sappiamo che cotesta forma è troppo antropomorfica per dare al principio tutta la generalità che gli compete come a uno dei supremi regolatori dei fenomeni naturali; e sappiamo invece che è necessario, per giungere a ciò, che noi con un'ardita extrapolazione al di là della nostra esperienza, extrapolazione che nessuna necessità logica impone, ci eleviamo fino all'affermazione della *conservazione dell'energia in qualsiasi sistema isolato.*

Analoghe considerazioni possono farsi sul secondo principio rispetto alla nostra impossibilità di realizzare un perpetuo mobile di seconda specie; ma dovendo ritornare più tardi sull'argomento per ora mi limito a questo accenno.

Le esposizioni della termodinamica che mirano alla sua forma più elevata, dovrebbero saper ormai evitare questo scoglio, specialmente data la perseverante e profonda opera di Planck, che ne ha chiaramente dimostrata la possibilità.

Ma le trattazioni che si propongono principalmente di raggiungere quelle particolari espressioni dei principi, che più direttamente si applicano ai vari casi pratici, sono ancora molto incerte.

E se ne comprende facilmente la ragione.

A quelle particolari espressioni si può giungere con grande facilità in base alle sopra ricordate affermazioni sperimentali, più o meno inquinate di antropomorfismo. Ma, dato che si tratta di applicare poi il tutto a questioni tecniche, eminentemente antropomorfiche, non di rado si ritiene che non vi sia poi tutto questo gran male a far uso di cotesti metodi di incompleto rigore scientifico.

E che ciò si faccia negli Istituti medi e industriali, è abbastanza ovvio, e anzi quasi, diciamo, necessario.

Ma dove comincia a sorgere qualche fondato dubbio su tale opportunità è nello svolgimento della termodinamica nei corsi di fisica tecnica delle Scuole per gli Ingegneri; perchè si deve tener presente che quella è la *terza* ripresa dell'argo-

Digitized by Google

mento, seguente alla *prima* della scuola media e alla *seconda* del biennio universitario; due esposizioni che, per l'indole delle scuole in cui avvengono, dovrebbero aver un sufficiente carattere filosofico, pur senza rinunciare ad una certa praticità.

E infatti l'insegnante di fisica tecnica non rinuncierà mai a priori a seguir più o meno profondamente la linea generale della disciplina, per limitarsi al minimo necessario per giungere alle formule desiderate, come poi invece sovente farà l'insegnante di macchine termiche, in un'ulteriore *quarta* ripresa di termodinamica, che si infliggerà agli allievi ingegneri. Al contrario egli parlerà ancora delle applicazioni filosofiche più generali, e del principio della degradazione dell'energia, applicandola senz'altro anche all'Universo e alle previsioni della sua fine, senza punto arrestarsi su quanto vi è di estremamente delicato e difficile in tali estensioni.

È inutile dire che gli allievi più intelligenti certamente non saranno soddisfatti.

Ora, si deve nel corso di fisica tecnica per i futuri ingegneri scendere all'empirismo dell'uso di qualche formula non sufficientemente giustificata e discussa, o, peggio, apparentemente dedotta con paralogismi, ammettendo così implicitamente la insufficienza e quindi l'inutilità di tanti studi precedenti? Oppure si deve, per tener alto il livello culturale degli ingegneri, ingolfarsi in una trattazione quasi assiomatica dei principi della termodinamica, che non dia appiglio ad alcuna obbiezione?

Si tenga in quest'ultimo caso presente, che ne deriverebbe una grave complicazione. Per es. la recente trattazione di H. K. Herrfeld del capitolo *Klassische Thermodynamik* del nuovo grande *Handbuch der Physik* implica l'ammissione di ben 14 postulati (Erfahrungssatze) indipendenti. E si arriverà allora facilmente alla conclusione che, se i due precedenti quesiti costituissero effettivamente un dilemma, ogni esitazione e perplessità sarebbe abbastanza giustificata.

Ma io sono convinto che per fortuna non si tratta qui di un dilemma; e una via intermedia, atta a dare agli ingegneri *una elevata nozione della portata generale della termodinamica e un pratico possesso della sua forma applicativa* è possibile, purchè si proceda, come pochi hanno fatto finora, con un rigore dell'ordine di quello usato per gli stessi ingegneri nel fornir loro il rimanente della loro cultura, per esempio quella matematica; rigore che, pur non essendo ciò che può e deve desiderare il

Digitized by Google

matematico puro, è tuttavia ben lungi da qualsiasi volgare empirismo.

Ma sopratutto sarà necessario che il docente eviti di trascinare i propri allievi, qualche volta cadendovi egli stesso, in quei numerosi e vari circoli viziosi, che, sotto la parvenza di voler giustificare o illustrare un risultato, complicano, dopo qualche passo equivoco, le cose in modo, che non risulta più chiaramente, nè quali siano le ammissioni a priori, nè quali le loro logiche conseguenze.

Basta considerare con retto spirito critico come in molti trattati venga introdotta ad es. la nozione di *energia interna*, per comprendere l'importanza di quest'ultima prescrizione. Ora nelle pagine che seguono, espongo appunto una via, che ritengo possa venir giudicata eminentemente atta a stabilire un sufficiente equilibrio tra rigore e praticità nell'insegnamento della termodinamica.

II. — Trasformazioni invertibili e non invertibili.

Una delle cose più curiose, che si riscontra nello svolgimento delle nostre teorie fisiche, è la facilità, con cui si fa astrazione dalle così dette *dissipazioni*, che più o meno visibilmente si verificano nello svolgimento di tutti i fenomeni.

Una palla lanciata su un piano orizzontale rallenta la sua velocità e poi si arresta; un pendolo diminuisce l'ampiezza delle sue oscillazioni fino ad annullarle, ecc. In tali casi l'astrazione consiste nell'ipotesi di pensar eliminata la causa della dissipazione, per es: l'attrito fra la palla e il piano, la resistenza dell'aria intorno al pendolo ecc.; e quindi annullate le dissipazioni stesse. E così si è giunti alla strana abitudine di considerar nella teoria come *normale* il caso astratto, generalmente irrealizzabile, e quasi come *eccezionale*, o almeno soggetto a *correzione*, proprio quello che si verifica.

Ed è in questa parola *correzione*, che in fondo è contenuta la spiegazione di questo curioso procedimento. Nelle questioni che più ordinariamente ci interessano, l'effetto della dissipazione si traduce sempre abbastanza facilmente nella necessità di correzione delle soluzioni dei vari problemi, correzione che si presenta quasi sempre in un senso prevedibile a priori. La forza per sollevare un peso con una data velocità potrà esser quella teorica, purchè aumentata di una correzione dovuta all'azione dissipativa degli attriti. La forza per trascinare un

Digitized by Google

treno su un binario orizzontale potrà esser costituita dalla sola correzione, perchè quella teorica è senz'altro nulla.

Non v'ha dubbio che l'eccessiva e quasi generale disinvoltura in coteste astrazioni non abbia qualche volta avuto effetti dannosi in tutti i campi della fisica. Ma inveterate abitudini e non lievi difficoltà formali inducono quasi sempre a riparare a cotesti danni con ripieghi, anzichè con riforme radicali nella posizione delle questioni e dei fondamenti.

Se esaminiamo un pò più da vicino i fenomeni dissipativi ed i corrispondenti ipotetici fenomeni non dissipativi o conservativi, si vede quasi sempre che le due categorie si distinguono nettamente in base ad un'unica caratteristica. Quelli conservativi sono *invertibili*, quelli dissipativi *non lo sono*.

La meccanica classica ha sì determinato delle funzioni di dissipazione per i fenomeni dissipativi; ma non si è trovata nell'assoluta necessità di sistematicamente approfondire la questione.

La termodinamica invece ha dovuto quasi esordire con la discussione della *invertibilità e non invertibilità* dei fenomeni, o delle trasformazioni che la interessano. E anche oggi essa è in fondo tutta dominata da cotesta nozione, quantunque in molte esposizioni la questione dell'invertibilità o meno apparisca ancora con veste molto modesta, e quasi come un artificiosa distinzione matematica per poter giungere a certe dimostrazioni e quindi non occupi il posto, che effettivamente le compete.

Bisogna abituar lo studente a fissar la sua attenzione su questo punto delicato; e persuaderlo che non potremo dire di conoscere l'essenza dei fenomeni naturali, finchè non sapremo perchè essi si svolgano in generale di preferenza secondo un andamento *non invertibile* (che lascierà un'indelebile traccia), piuttosto che secondo un andamento invertibile (di cui a volontà potremo cancellar ogni traccia); o anche perchè essi si svolgono piuttosto secondo l'uno che l'altro di *due* differenti andamenti non invertibili. E che se anche dovessimo (come di fatto dobbiamo) rinunciare a cotesta conoscenza profonda del perchè la natura abbia queste specie di preferenze per certi andamenti, dovremmo almeno cercare di *misurare* e per quanto possibile caratterizzare con un principio il modo di manifestarsi di questa preferenza, che Planck, forse per porne in evidenza la natura alquanto insòlita, ha voluto in vari suoi scritti chiamare « *Vorliebe* ».

Digitized by Google

Ed è proprio la misura di un'entità fisica di questo genere che ha presentato le più gravi difficoltà.

Già Carnot, malgrado le sue vedute sulla natura del calore, aveva chiaramente compreso che i processi svolgentisi con andamento invertibile sono quelli che per noi sono più economici, o, come si dice, quelli di maggior rendimento. E l'idea di considerare cotesto rendimento come un'indice della invertibilità o del maggiore o minor grado della non invertibilità si è mantenuta fino a tempi recenti, inducendo a considerare la sostanza del secondo principio della termodinamica come l'espressione e la misura della irrimediabile dissipazione di energia utilizzabile, che avviene nello svolgimento dei fenomeni non invertibili:

Ma malgrado che questo modo di vedere conduca in molti casi si può dire a perfette coincidenze colla realtà, specialmente in questioni tecniche, è ben noto che può anche condurre a interpretazioni e conclusioni erronee, quando venga inteso in senso completamente generale.

E la ragione di tutto ciò sta senza dubbio ora in questo e cioè: che il pretender di valutare l'andamento di un fenomeno in base alla concomitante dissipazione dell'energia, che *altrimenti* noi potremmo utilizzare, è troppo antropomorfico per esser rigorosamente scientifico. E siccome poi cotesto *altrimenti* non è neppur ben definito e definibile, è evidente che occorrerà cercare qualche criterio di giudizio e di misura, che sia più obbiettivo. Si tratta in fondo di dare una misura della sostanziale differenza della *preferenza della natura*, perchè il passaggio di un sistema da un primo stato dato, ad un secondo stato pure dato, avvenga piuttosto secondo un certo andamento non invertibile che secondo uno invertibile, per cui essa è indifferente.

E Clausius, colla sua definizione di Entropia, ha dato un tale criterio. Si consideri l'incremento del calore di tutto un sistema isolato. Ogni somministrazione positiva o negativa di questo elemento di calore nelle varie parti del sistema sarà avvenuta ad una temperatura assoluta T. La misura della non invertibilità di un andamento dato, e subordinatamente la misura della preferenza della natura per esso, sarà data dal valore dell'integrale $\int \frac{d\,Q}{T}$ esteso fra i due stati estremi e lungo quel dato andamento. E la natura dovrebbe preferire quegli

Digitized by Google

svolgimenti dei fenomeni, per i quali quell'integrale veniva a risultare un massimo positivo.

Però, moltissimi dopo Clausius, e forse anche Clausius, interpretarono cotesta definizione della *preferenza* (o Vorliebe di Planck) come una vera necessità, quasi come se la natura esigesse *categoricamente* che lo svolgimento del fenomeno considerato avvenisse in quelle condizioni; così come esige, ad esempio, che un corpo, cadendo lungo una certa traiettoria, segua una certa legge rispetto al tempo.

E allora sono sorte nuove difficoltà: Si è veduto che *logicamente* era possibile pensare condizioni, che avrebbero potuto permettere qualche scarto da quegli andamenti preferiti. I famosi demonietti di Maxwell arrestanti opportunamente un numero sufficiente di molecole avrebbero potuto provocare svolgimento di fenomeni, secondo delle vie non preferite dalla natura e tali che l'integrale $\int \frac{dQ}{T}$ andasse decrescendo invece che crescendo. Dunque il *principio* che ne prescrive l'accrescimento non è assoluto; dunque non siamo innanzi a un principio dell'ordine di quelli della meccanica e di altri rami della fisica, ma una vera « Vorliebe » o preferenza.

A questo punto qualche nozione di probabilità e qualcuna delle profonde considerazioni di Boltzmann, se occorre rivestite delle forme suggestive e facili che recentemente hanno saputo dare loro vari scienziati, come ad es. il Borel, potranno esser assai opportune e veramente utili e gradite agli allievi.

Esposte *prima* di esser giunti con tutta la opportuna ponderatezza al secondo principio della termodinamica, non appariranno, come avviene in qualche trattato, quasi una specie di ripiego per togliersi da una situazione imbarazzante. Saranno accettate come uno strumento nuovo ed un criterio opportuno per cogliere meglio certe sfumature, con cui si presenta la verità.

III. -- Il I e il II principio della termodinamica.

1) Dopo la preparazione generica allo studio delle trasformazioni dei sistemi, fondata, oltre che sulle ovvie loro proprietà senz'altro dipendenti dagli stati iniziali e finali, anche, come si è detto, sulle conseguenze dell'andamento delle trasformazioni stesse, per giungere ai Principi I e II della Termodinamica non si incontrano più difficoltà sostanziali, sempre

Digitized by Google

che però non si cada nell'errore, purtroppo assai diffuso, di voler dimostrare quello che non è dimostrabile, o di non voler attribuire all'esperienza tutto quanto effettivamente lo compete.

Circa il I Principio, non si incontra alcuna difficoltà a stabilire l'equivalenza fra due *qualsiasi* forme di energia e a determinare il rispettivo coefficiente di trasformazione rispetto a un qualsiasi sistema di unità arbitrariamente scelto, finchè le esperienze, che si invocano a sostegno della tesi, *abbiano sempre ricondotto il sistema considerato rigorosamente nel suo stato iniziale*; o, in altri termini, finchè si siano considerati dei *cicli chiusi di trasformazioni.*

E così, considerando un gruppo di trasformazioni chiuse, anche se assai differenti l'una dall'altra, quando il risultato finale consista in ultima analisi solamente nella scomparsa di una certa quantità di energia ε_1 di una data forma, misurata in un dato sistema di unità, e nella comparsa di una certa quantità di energia ε_2 di un'altra forma, misurata in un altro sistema di unità pure dato, l'esperienza ci dice che il rapporto $\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}$ è sempre costante, indipendentemente da ogni particolarità dello svolgimento del ciclo.

Nel caso della scomparsa dell'energia termica Q misurata in grandi calorie e della comparsa dell'energia meccanica L misurata in chilogrammetri, il rapporto Q/L indipendentemente dalla forma del ciclo sarà sempre uguale a 1/427.

Ma per preparare la generalizzazione oltre alle nostre eseguite ed eseguibili esperienze, sarà bene non limitarsi alla considerazione di cotesto ormai abituale gruppo di esperienze, ma di considerarne subito anche altre, in altri campi della fisica.

Assai più delicata è invece l'analoga trattazione, nel caso in cui il sistema considerato non ritorna esattamente nello stato iniziale, ossia nel caso in cui il sistema si trasformi (come generalmente si dice con locuzione assai impropria) secondo un *ciclo aperto.*

Allora l'esperienza ci dimostra che, salvo casi eccezionali, in generale non sussisteranno sempre, per ciascuna trasformazione, fra le due quantità di energia messe in giuoco e misurate rispettivamente colle stesse unità, quegli stessi rapporti o coefficienti precedentemente riscontrati. Anzi in generale il

Digitized by Google

rapporto fra quelle due quantità di energia, e in particolare il rapporto fra il *calore* somministrato e il *lavoro* ottenuto, risulterà eminentemente variabile colla forma della trasformazione stessa; tanto che non è difficile immaginare tipi di trasformazioni, secondo cui tale rapporto venga a variare fra i valori estremi di $+\infty$ e $-\infty$.

A questo punto, se non lo si sarà già fatto studiando la questione dell'invertibilità delle trasformazioni, una ripresa della nozione matematica del *differenziale esatto* di funzioni di più variabili e della sua corrispondenza coi problemi, che interessano la Termodinamica, sarà opportuna ed efficace. E converrà contemporaneamente insister molto anche sul lato *integrale* della questione; dicendo chiaramente, a proposito di un oggetto qualsiasi, che nessuno è in grado di sapere, nè quanto calore esso avrà assorbito durante la sua esistenza, nè quanto lavoro meccanico esso avrà eseguito; e che a *meno di un'ulteriore aiuto della esperienza*, noi non saremo mai in grado di correggere, a base di ragionamenti logici, le leggi convenienti

per i cicli chiusi: $\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \text{costante},$

oppure $$\frac{Q}{L} = \frac{1}{427} = \frac{1}{E},$$

affinchè divengano in qualche modo applicabili anche ai cicli aperti.

È appunto questo che in molti trattati, giuocando colle più svariate ipotesi molecolari più o meno palesemente presentate, o sulla stessa nozione di energia interna, come se essa fosse già stata indipendentemente introdotta e quantitativamente definita, si arriva alle note formule generali,

$$(1)\ldots\ldots \quad \varepsilon_1 - \varepsilon_2 = \Delta U, \quad \text{oppure } EQ - L = \Delta U, \quad \ldots\ldots [1']$$

ove ΔU sta ad indicare l'aumento dell'energia interna del sistema considerato al passare dallo stato iniziale allo stato finale.

Ma le idee degli allievi saranno inevitabilmente inesatte, finchè non si sarà loro fatto capire che, essendo per es. tanto la quantità di calore Q quanto la quantità di lavoro L, *singolarmente considerate*, indipendenti dagli stati del sistema e in particolare dagli stati iniziale e finale di esso, nulla potrebbe *a priori* farci prevedere, che la differenza $EQ - L$ possa invece essere dipendente da essi, anzi dipendente solamente da essi. Matematicamente possiamo esprimere la stessa cosa dicendo:

Digitized by Google

che dato che ad una nuova modificazione infinitesima dello stato del sistema corrisponderà in generale una somministrazione ΔQ di calore ed un ricavo ΔL di lavoro, che non saranno dei differenziali esatti, anzi che potranno in generale non essere neppure delle quantità infinitamente piccole, non è affatto prevedibile a priori che la differenza $E \cdot \Delta Q - \Delta L$ debba esser un differenziale esatto, e che sia perciò lecito scrivere per una tale trasformazione

$$[2] \qquad E \cdot \Delta Q - \Delta L = d U.$$

Planck, per mantener costantemente in evidenza questa insolita condizione, scrive senz'altro per qualsiasi trasformazione infinitesima

$$[2'] \qquad E Q - L = d U.$$

È l'esperienza e *solamente* l'esperienza che, intervenendo un'altra volta, ci autorizza a scrivere in generale il principio dell'equivalenza secondo una delle equazioni [1], [1'], [2], [2'].

Ma quale esperienza? Anche su questo punto è bene essere esatti e in generale non lo si è abbastanza.

Qui siamo innanzi ad una classe di esperienze, che differisce assai da quelle precedenti per la determinazione del rapporto, per es. di Q e L, relativo ad un ciclo chiuso.

Allora si trattava sempre solo di una verifica su entità fisiche già perfettamente note e quantitativamente definite in altri campi della fisica. Qui interviene invece un'entità, la *energia interna*, che appunto qui è per la prima volta considerata. In un certo senso si potrebbe quindi dire, che l'esperienza interviene solamente per confermare la legittimità delle posizioni precedenti e poi, generalizzando, autorizzarci alla loro completa estensione a qualsiasi sistema isolato.

Come dalle formule si ricavi poi l'impossibilità del *perpetuo mobile di prima specie* e più generalmente il *principio della conservazione dell'energia in tutte le sue forme*, è ormai inutile dire.

***

2. — Venendo ora al passaggio al II principio, è evidente che la via più semplice e più intuitiva per giungervi è quella, che abbiamo già detto troppo *antropomorfica*: cioè quella di impostar la questione della possibilità o meno della costruzione, almeno ideale, di una macchina, che, rimanendo in per-

Digitized by Google

fetto accordo col I principio, ci fornisca per es. del lavoro meccanico, utilizzando, ossia trasformando, dell'energia termica di qualche serbatoio praticamente inesauribile, come per es. quella contenuta nell'acqua del mare.

Ed a mio avviso, dal punto di vista didattico, sarebbe forse un errore non seguir questa via.

Ma bisogna però procedere *cum grano salis*, facendo cioè sentire che appunto per ragioni didattiche si imposta la questione da un punto di vista così particolare, giustificandolo anche, fino ad un certo punto, colla ragione storica. Ma di mano in mano che se ne presenterà l'occasione, non si dovrà mai mancare di stabilire e poi mantenere i contatti col punto di vista più elevato.

E qui si presenta spontanea la questione: Quale è l'espressione migliore per il II principio?

Non è difficile con qualche considerazione mostrare come, posta in questi termini assoluti, la domanda non abbia troppo senso, o ad ogni modo non abbia senso pratico.

Il I principio consente un enunciato, che tutti coloro che in qualche modo si siano fatti un'idea delle varie forme di energia e delle loro trasformazioni comprendono facilmente, sopra tutto per l'analogia col principio della conservazione della materia, che a molti pare più intuitivo.

Il II principio invece non potrà mai esser posto nella forma di un'espressione così categorica di un fatto; e non solo per la questione ricordata nel I capitolo, del carattere *preferenziale* e non di necessità che lo caratterizza, ma anche perchè, all'atto pratico, ricondotto a forme concrete, è piuttosto la negazione che l'affermazione di qualche cosa.

Le formule che ordinariamente si danno, compresa quella di Clausius, e le espressioni più o meno generalizzate dell'impossibilità del *perpetuo mobile di seconda specie* sono solamente espressioni più o meno equivalenti, di quello che noi accettiamo dall'esperienza, per poter costrurre quell'insieme assai più complesso, *quel criterio* circa all'andamento dei fenomeni naturali, che dovrebbe essere il II principio, quando lo concepiamo come un'ulteriore specificazione e limitazione del I.

Posta la questione in questi termini, è allora evidente, che la nota formula di Clausius $\Sigma \frac{Q}{T} \leqq 0$ non presenta difetti sostanziali, purchè se ne completi l'interpretazione con un

Digitized by Google

sufficiente accenno alle idee introdotte da Boltzmann e ormai generalmente accolte.

Ma se si vuole dare all'espressione una forma più intuitiva, converrà adottare la forma di Planck, che ha con vantaggio sostituito quella più antropomorfica di Carnot. Essa dice che *non è possibile un motore a funzionamento periodico, che non faccia altro che eseguire un lavoro e raffreddare un serbatoio di calore.*

Però, lo ripeto, in questa forma vi è ancora una troppo evidente traccia di antropomorfismo, perchè essa sia veramente scientifica. E da tale difetto non ci si libererà, se non rendendo obiettiva tutta la questione; vale a dire considerando tutti i differenti stati a priori possibili del sistema considerato, e mostrando che, ammesso che la natura non abbia alcuna preferenza per alcuno di essi, perchè tutti ugualmente possibili, dovranno però *praticamente* sempre verificarsi quelli previsti dal secondo principio, perchè quelli che se ne scartano sono in ogni caso in numero così esiguo, rispetto al numero sterminato degli altri, da render il loro avvento infinitamente improbabile.

IV. — Il principio di Nerst come III principio della termodinamica.

E veniamo finalmente ad un'ultima questione, che si potrebbe dire di attualità.

Data la importanza ognor crescente che vanno assumendo, tanto nel campo della Fisica quanto in quello della Chimica, certe conseguenze del famoso teorema enunciato da Nerst nel 1906, si presenta spontanea la domanda: Si deve portare nell'insegnamento tecnico questa nuova parte della termodinamica, o no?

Ho notato che qualche volta è stato risposto in senso negativo, sostenendo che la questione del comportamento dei corpi in vicinanza dello zero assoluto della temperatura non ha alcun interesse tecnico.

Ma questo modo di considerare la questione implica il solito equivoco, di confondere la portata di una legge o di un principio col postulato o coi postulati, da cui esso può venire dedotto.

È il postulato, che si riferisce al comportamento di certi sistemi in vicinanza dello zero assoluto della temperatura; ma

Digitized by Google

le sue conseguenze, che in sostanza consistono poi, come è noto, nella determinazione di certe costanti di integrazione, che i due primi principi lasciavano indeterminate, possono avere, ed anzi hanno senz'altro, valore ed effetto a qualunque temperatura.

La questione, secondo il mio modo di vedere, va impostata in questo modo:

Se effettivamente si tratta di un complemento alle grandi linee della Termodinamica, o, come ora si dice, di un terzo principio di questa, allora non vi può essere alcun dubbio, che, se si vuole che gli Ingegneri abbiano una buona cultura, questo principio dovrà essere almeno ricordato, indipendentemente dalla sua maggiore o minore ripercussione sulla tecnica.

Se invece si trattasse, come per qualche tempo è stato sostenuto da alcuni, specialmente da parte francese (Ariés ed altri), che alle stesse conseguenze del principio di Nerst si possa giungere partendo dal II principio, o più semplicemente dalla equazione di Clapeyron, allora si potrebbe benissimo trascurare questa nuova parte della termodinamica, come se ne trascurano tante altre più antiche, che non interessano gli Ingegneri.

Ma oramai si può ritenere assodato come dal principio di Nerst si ricavino conseguenze, che non è possibile ricavare dal I e II principio; e che quindi si tratta di un *vero nuovo* principio, al quale, come agli altri, si possono dare varie forme.

In linea generale quindi, la questione posta sopra si deve risolvere nel senso, che conviene dare un accenno del principio e delle sue conseguenze.

Ma nella scelta della forma per realizzare ciò, si incontrano delle difficoltà, o meglio delle incertezze, perfettamente analoghe a quelle circa i primi due principi. E così vari autori impiegano forme diverse, che, pur essendo sostanzialmente quasi equivalenti, presentano però delle differenze, che ricordano stranamente quelle dei vari enunciati degli altri due e specie del secondo.

La forma che più si ricorda al postulato di Clausius, è quella che si potrebbe dire di Nerst-Planck, perchè è una specificazione di quella originale di Nerst. Essa dice: *Allo zero della temperatura assoluta la entropia di qualsiasi corpo chimicamente omogeneo solido o liquido possiede il valore zero.*

Digitized by Google

La forma più antropomorfica (almeno apparentemente), che ricorda quelle di Carnot e Planck per il secondo principio, è la seguente: *Non è possibile eseguire* (in dimensioni finite) *un processo mediante il quale un corpo possa venir raffreddato fino allo zero assoluto.* È in fondo così detto il principio della *irraggiungibilità dello zero assoluto della temperatura.*

Queste forme sono le più intuitive e si prestano bene a dare una prima idea della questione: ma, facendolo, è necessario avvertire ed evitare i molteplici scogli e trabocchetti, che si presentano ad ogni passo.

In qualche trattato si fa per es. credere che lo zero assoluto non sia raggiungibile, pel fatto, che dovendo il corpo raffreddarsi da sè (perchè alla fine gli vengono a mancare i corpi più freddi da mettergli in contatto) questo raffreddamento, che in base al II principio è dato dalla equazione nota:

$$-\Delta T = \frac{T}{C_v}\left(\frac{\partial p}{\partial T}\right)_v \Delta V,$$

deve tendere esso stesso a zero, in causa del fattore T del secondo membro.

Ma un allievo intelligente potrà chiedere che gli si dica anche a che limite tendano per $T = 0$ gli altri fattori. E sopratutto se avrà già sentito accennare al fatto sperimentale che anche C_v tende ad annullarsi col diminuire della temperatura, non sarà tanto facilmente disposto a credere senz'altro che il secondo membro della equazione debba proprio sempre annullarsi.

Se si vuol seguire questa via, che, come ho detto, è la più intuitiva, bisogna discutere bene l'equazione precedente. Ed allora verrà a risultare che, perchè lo zero assoluto sia in ogni caso irraggiungibile, è necessario ammettere una condizione, che non ha niente a che fare col II principio, e che è pure ricordata quasi sempre nei trattati; e cioè, che siano uguali, al limite $T = 0$, le variazioni in funzione della temperatura della energia interna U e della energia libera F, e cioè che sia:

$$\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_{T=0} = \left(\frac{\partial F}{\partial T}\right)_{T=0}.$$

Digitized by Google

Si potrà allora dire che il II principio, colla aggiunta della condizione suddetta, costituisca il Principio *della irraggiungibilità dello zero assoluto* in ogni caso; cioè anche quando il calore specifico $C_v = \frac{\partial U}{\partial T}$ a quel limite divenga uguale e zero.

Ma effettivamente il teorema di Nerst va assai oltre a stabilire questa condizione di uguaglianza di $\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_0$ e di $\left(\frac{\partial F}{\partial T}\right)_0$, che alcuni dicono di *tangenza* della energia interna U e della energia libera F. Esso afferma anche che questi due valori sono, non solo uguali fra loro, ma anche uguali a zero; donde tutte le interessanti proprietà di molti processi, che si devono manifestare in vicinanza dello zero assoluto.

Bennewitz riassume assai espressivamente idee analoghe, collo schema:

$$\text{II° principio} \qquad + \left\{\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_0 = \left(\frac{\partial F}{\partial T}\right)_0\right\}.$$

$$\text{Principio della irraggiungibilità dello zero assoluto} \qquad + \left\{\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_0 = 0\right\}$$

Principio di Nerst

***

Fino a questo punto è, secondo me, possibile giungere in un corso elevato per ingegneri.

Alle proprietà del principio di Nerst, che qualche volta si dicono *atomistiche*, per quanto possano esser collegate colla concezione di Boltzmann della Entropia, io non oserei ancora spingermi, malgrado il grande interesse scientifico che esse presentano.

Digitized by Google

L. FRANCESCONI E M. ALOISI

AZIONE DELL' EFFLUVIO ELETTRICO SUGLI OSSIDI DELL' AZOTO E SUI MISCUGLI DI AZOTO E OSSIGENO

Dalla classica e famosa esperienza di Cavendish, così feconda di conseguenze perchè da essa prese origine l'industria grandiosa dei composti dell'azoto, la scoperta dell'Argon, (dal Cavendish stesso per primo osservato) e quindi dei gas nobili; molti chimici si sono occupati delle reazioni che avvengono, sotto l'azione della scarica elettrica o ad alto potenziale o dell'arco voltaico, tra l'azoto e l'ossigeno. Pochi invece si sono occupati di quella derivante dall'azione dell'*effluvio* elettrico. Primo fra questi il Berthélot, poi Hautefeuille e Chappuis, lo Strutt, e recentemente il Losanisc.

Di questi chimici, il primo e poi i due seguenti, per tenerci nel campo dei prodotti azotati, prepararono l'anidride *pernitrica* $N_2 O_6$ (?), facendo reagire i gas NO_2 e O_2 e, l'acido nitrico, partendo da azoto e vapore d'acqua, etc.

Lo Strutt descrive una forma attiva di Azoto (1), e infine il Losanisc, sperimentò sui gas i più svariati, tra i quali il biossido di Azoto, e dette per esso una equazione secondo la quale si trasformerebbe. Quale essa sia diremo in seguito.

Ci sembrò che l'argomento meritasse di essere approfondito ed è perciò che si è eseguito uno studio sistematico dell'azione dell'effluvio, sia sui composti dell'azoto a cominciare

(1) C. B., 1913, III, 931.

Digitized by Google

dal più stabile e primo prodotto endotermico della reazione fra azoto e ossigeno, sia sui miscugli di questi due gas. Per vedere le condizioni più opportune e i risultati delle reazioni si operava in modo da poter esaminare: 1° Le variazioni di pressione. 2° La composizione dei gas residui. Questa calcolata in funzione della temperatura e della pressione, nonchè verificata per via analitica.

Si è cominciato col sottoporre all'azione dell'effluvio, l'ossido di Azoto; del quale, data la sua natura endotermica, sarebbe stato interessante vedere il comportamento. Su tale proposito si trovò una memoria di Losanisc [1] il quale sottoponendo precisamente l'ossido di azoto all'effluvio elettrico, ne verificava la trasformazione, espressa dalla reazione:

$$(1) \qquad 4\,NO = N_2O_4 + N_2$$

Però dalla memoria citata non appare il metodo seguito per tala verifica, e si è perciò voluto prima controllare detta trasformazione dato che potrebbe avvenire anche l'altra:

$$(2) \qquad 6\,NO = 2N_2O_3 + N_2$$

E ciò per i motivi seguenti: Supposto che l'effluvio decomponga l'NO in N_2 e O_2, l'ossigeno che viene a liberarsi reagisce con l'eccesso di NO, ma essendo in piccola quantità potrebbe dare più facilmente N_2O_3, dato che è necessario un eccesso di ossigeno per trasformare l'NO in N_2O_4, condizione che non si realizza nell'esperienza.

Di più, come si vede tanto nella prima che nella seconda reazione il volume finale si riduce alla metà, ma nella prima il residuo dell'azoto libero è la metà del volume finale mentre nella seconda è solo di un terzo; onde si ha qui la possibilità di decidere, tanto più se si tiene anche conto delle quantità di prodotti nitrosi che è possibile dosare. Si è detto che il volume si riduce a metà, e bisogna aggiungere che si trascurano le differenze dovute alla dissociazione $N_2O_4 \rightleftarrows 2\,NO_2$, assai piccola alla temperatura ordinaria.

---

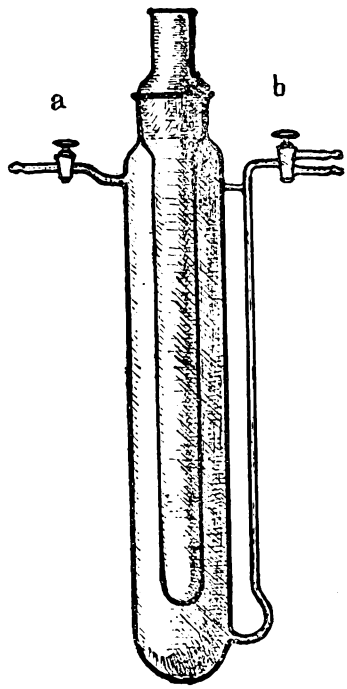
[1] B., 1907, IV, 4656.

Digitized by Google

PARTE I.

Azione dell' efffuvio sull' Ossido di azoto NO.

Basandosi su quanto precede, si cominciarono le esperienze, sottoponendo un volume noto di Ossido di Azoto alla scarica



Apparecchio di reazione
a = rubinetto semplice
b = rubinetto a 2 luci

oscura, seguendo le variazioni di pressione mediante un manometro a mercurio. L' apparecchio col quale si è fatta la prima serie di esperienze è un comune ozonizzatore di Berthelot, con

Digitized by Google

in più due rubinetti alle estremità dei due tubi di afflusso e di efflusso dei gas, uno dei quali a tre vie, onde introdurre una soluzione alcalina titolata, per l'assorbimento dei gas nitrosi formatisi nella reazione; ed uno semplice cui era connesso il manometro. Il gas NO previamente purificato e seccato, mediante lavaggi in soluzioni alcaline, in H_2SO_4 conc. e su $CaCl_2$ secco, veniva introdotto nell'apparecchio dal quale, mediante una corrente di CO_2 secca si era spostata tutta l'aria. Quando tutta la CO_2 era scacciata dall'NO, si chiudevano i due rubinetti a tenuta di gas, e si iniziava l'azione dell'effluvio, alimentando il rocchetto di Ruhmkorff, con una corrente di circa tre amp. e 35-40 Volta.

a) Subito si osserva una contrazione del gas accompagnata da un arrossamento che, col procedere dell'azione della scarica, si va facendo sempre più intenso.

Però la pressione che era andata continuamente diminuendo, finisce per mantenersi stazionaria dopo due ore di azione dell'effluvio (1).

Si lascia allora riprendere all'apparecchio la temperatura ambiente di circa 11° e si nota la pressione. Dopo un certo periodo di riposo si riprende a far agire la scarica e si nota allora che mentre la temperatura aumenta la pressione torna ad aumentare, ma la colorazione del gas quasi completamente scompare; e allora alla temperatura dell'ambiente, si trova che la pressione del gas racchiuso nell'apparecchio è superiore alla precedente e di poco inferiore alla normale. Si introduce allora una soluzione di soda titolata, ed in seguito spostando il gas spoglio di vapori nitrosi mediante acqua, se ne raccoglie un certo volume e si analizza con una buretta di Bunte. Come risultato si ha che il gas è un miscuglio di volumi pressochè uguali, di azoto e di ossigeno, con piccola prevalenza del primo.

In questa esperienza nella quale si è lasciato che la *temperatura aumentasse spontaneamente*, come risultato si è avuto la quasi completa decomposizione sia del gas primo introdotto, sia dei prodotti della sua reazione, salvo una minima parte di

(1) La variazione della pressione mediante l'effluvio ed in funzione della sua durata si rappresentava con diagrammi i quali qui omettiamo interessandoci per ora l'andamento qualitativo del fenomeno.

Digitized by Google

questi rimasta intatta e che si ritrova allo stato di Ac. Nitroso e di Ac. Nitrico nella soluzione alcalina. Quindi l'equazione della trasformazione ultima predominante sarebbe:

$$(3) \qquad 2\,NO = N_2 + O_2$$

b) In una esperienza successiva mediante una circolazione di acqua si è fatto variare a piacimento la temperatura; si è così verificato che per ogni temperatura si stabilisce una pressione che rimane stazionaria, cioè si hanno altrettanti stati di equilibrio. Ma dopo fatto funzionare l'apparecchio alle varie temperature si è però sempre riportato alla temperatura ordinaria, al momento di leggere la pressione. Il risultato finale, quantunque il gas residuo sia *completamente decolorato*, è però sempre diverso da quello della prima esperienza per la proporzione dei due gas azoto e ossigeno che risulta circa di 2 a 1, quindi con un forte deficit di ossigeno.

D'altra parte titolando la soluzione alcalina assorbente i gas nitrosi, si trova che l'acidità è inferiore a quella calcolata dalla depressione e dal deficit dell'ossigeno sull'azoto, ciò che fa sospettare che sia dovuta a un altro composto sopraossigenato dell'azoto, formatosi per azione dell'effluvio.

c) Si sono ancora fatte altre tre esperienze durante le quali però si è mantenuto la temperatura sempre *stazionaria* intorno a *9°-10°*. Inoltre non si è mai protratta l'azione dell'effluvio dopo che si è raggiunto la pressione stazionaria alla temperatura dell'esperienza, e non si è mai lasciato quindi che la decomposizione dell'NO andasse oltre quella espressa dalla reazione data di Losanisc. Si è verificato allora che la reazione avviene preferibilmente secondo lo schema (1) a patto che la temperatura non superi la media di 10°-12°. Non appena tale temperatura cresce la decomposizione va oltre quella segnata dalla reazione data, non solo ma dai due elementi così separati si genera un nuovo composto di proprietà acide, incoloro che potrebbe essere l'anidride pernitrica N_2O_6 (?).

PARTE II.

Azione dell'effluvio elettrico sui miscugli di O_2 e N_2.

Visto che ad ogni temperatura corrisponde uno stato di equilibrio fra la decomposizione e la sintesi dai prodotti della decomposizione, si sottoposero dei miscugli di azoto e ossigeno

Digitized by Google

all'azione dell'effluvio elettrico, per vedere se da questi si riusciva ad ottenere stati di equilibrio analoghi a quelli ottenuti decomponendo l'ossido di azoto, e più che altro per spiegare in quale modo, e attraverso quali stati intermedi questa sintesi avvenga. Si fecero a tal fine dei miscugli di azoto e ossigeno di composizione nota e si sottoposero nel solito ozonizzatore all'azione dell'effluvio elettrico. I miscugli erano previamente disseccati con H_2SO_4 e $CaCl_2$.

Le letture della pressione si fecero col medesimo manometro a mercurio evitando l'attacco delle connessioni in gomma da parte dell'ozono che si genera in queste reazioni.

a) La prima delle esperienze di questo genere si fece partendo da un miscuglio di azoto e ossigeno delle seguenti proporzioni $N_2 = 70\,\%$ $O_2 = 30\,\%$.

Questo si comporta nel modo seguente: dapprima si ha una notevole contrazione del gas accompagnata da una leggera colorazione del gas, che si manifesta però dopo parecchio tempo di azione dell'effluvio, e principalmente dopo che questa azione viene interrotta anche per un breve tempo.

La temperatura si lasciò innalzare continuamente così che dopo un certo tempo la pressione aumentò fino a raggiungere la atmosferica, misurato, ben inteso, dopo che la temperatura si era lasciata ritornare uguale alla esterna. L'analisi del gas contenuto nell'apparecchio svela che si è in presenza dello stesso miscuglio primitivo, salvo tracce di composti azotati.

Ciò significa che i prodotti che si sono formati in un primo tempo sono decomposti poi ad alta temperatura, e ciò in accordo con le esperienze della prima serie.

b) In seguito si fecero altre tre esperienze ma con miscugli equimolecolari ossia: $N_2 = 50\,\%$ $O_2 = 50\,\%$. Inoltre la temperatura si mantenne costante intorno a 12°-13°: pure costante fu l'intensità dell'effluvio, alimentando il rocchetto sempre con la stessa densità di corrente. Le tre esperienze diedero tutte risultati pressochè analoghi. Si ebbe sempre una forte contrazione di volume, ma non sempre uguale nei tre casi, però in tutti si arrivò a un massimo di contrazione senza che si manifestasse traccia di colorazione; però interrompendo per un certo tempo l'azione dell'effluvio anche prima di raggiungere detto massimo, non appena l'effluvio torna ad agire *il gas repentinamente si colora e la pressione aumenta in modo molto notevole.* Se si insiste ancora con l'effluvio la pres-

Digitized by Google

sione tende ad aumentare *molto lentamente* mentre il colore del gas va attenuandosi.

Servendoci del dispositivo delle prime esperienze, si assorbivano i gas nitrosi appena si manifestava la colorazione, con soluzione alcalina titolata. L'analisi del gas residuo, che evidentemente non può contenere NO rivela un rapporto fra i due componenti diverso da quello del miscuglio primitivo: però tale rapporto finale non coincide con quello che si può calcolare mediante la contrazione del gas supposta determinata dalla formazione di N_2O_4, e anche la quantità di gas nitrosi che si possono dosare titolando la soluzione alcalina introdotta nell'apparecchio, non corrisponde alla quantità che si calcola dalla depressione. Per spiegare questo comportamento si possono dare due ipotesi:

1° — La contrazione che si forma in principio dell'esperienza è dovuta esclusivamente alla formazione di ozono, il quale raggiunta una certa concentrazione reagirebbe decomponendosi in ossigeno, con l'azoto, per dare un gas colorato (N_2O_4). Il volume di questo più quello dell'ossigeno rigenerato sarebbe maggiore di quello dell'ozono decomposto, più l'azoto assorbito: per esempio:

$$10\,O_3 + 2\,N_2 = 2\,N_2O_4 + 11\,O_2$$

2° — L'Azoto reagisce subito, o almeno appena vi è una sensibile concentrazione in ozono, per dare un composto ossigenato incoloro e acido. Questo potrebbe essere l'N_2O_6 di Berthelot. Esso sarebbe instabile, tale che non appena diminuisce la concentrazione dell'ozono che si combina si decomporrebbe, ma invece di giungere sino ai gas primitivi si ridurrebbe solo sino ad ipoazotite che è il composto ossigenato più stabile. Però anche questo si decomporrebbe se si lasciasse aumentare liberamente la temperatura, anche prima di giungere a 100°.

Per decidere fra le due ipotesi si volle vedere la depressione dovuta alla formazione di ozono e perciò si sottopose nell'apparecchio, un volume noto di ossigeno alla scarica oscura a temperatura costante 12°-13°.

La contrazione di volume osservata in tale caso è però di molto inferiore a quella osservata nel miscuglio azoto e ossigeno, il che vuol dire che interviene in questo caso anche una combinazione.

Digitized by Google

L'azoto da solo, sotto l'influenza della scarica oscura non varia sensibilmente il proprio volume.

Si sono fatte ancora tre esperienze con le proporzioni: $N_2 = 35\ \%$ $O_2 = 65\ \%$. Anche in questo caso la contrazione è sempre, press'a poco, la stessa e uguale a quella data dalle tre esperienze che precedono. La colorazione del gas si ottiene solo dopo che si lascia l'apparecchio a sè senza azione della scarica. Anche qui la composizione finale del gas è diversa da quella del miscuglio primitivo. Le quantità di ossidi di azoto che vengono assorbiti dalla soluzione alcalina non corrispondono a quanto si potrebbe prevedere se si formasse dell'ipoazotite nella quantità da corrispondere alla contrazione di volume che si osserva a esperienza ultimata.

Tutto quello che precede conferma quanto abbiamo già detto a riguardo delle reazioni sopraottenute.

La decomposizione dell'NO avviene con tutta probabilità secondo lo schema (1) ma questa reazione non è nè la sola nè la più semplice, come si può vedere dall'analisi dei prodotti.

Se la temperatura si mantiene sufficientemente bassa la decomposizione si ferma in vicinanza della reazione che si è altrove scritto; se invece la temperatura si allontana, aumentando, da quella dell'ambiente, allora la reazione continua e non si ferma che alla decomposizione quasi completa dell'ossido dell'azoto e dei composti nitrosi che da questo, in primo tempo avevano preso origine. Però se la temperatura si mantiene bassa e si agisce con la scarica dopo che la decomposizione completa è avvenuta, il miscuglio dei due gas torna a ricombinarsi per dare origine a un composto dell'azoto con molto ossigeno, incoloro e di natura acida. Tale deduzione è confermata dall'azione della scarica oscura su dei miscugli di azoto e ossigeno. Il prodotto della reazione diretta fra N_2 e O_2 è molto probabilmente l'N_2O_6 o N_2O_7; esso è stabile finchè si trova presente dell'ozono il quale con la sua massa impedisce che la sostanza formata si decomponga, cosa che invece avviene se si lascia che l'ozono si vada distruggendo nei momenti in cui la scarica oscura non agisce. Tali esperienze inoltre ci hanno indicato le condizioni migliori per ottenere detto composto mediante l'effluvio elettrico.

Come si vede l'interesse delle esperienze suddette sta nel fatto di aver potuto dimostrare che il *prodotto immediato dell'azione dell'effluvio sull'azoto e ossigeno non è l'NO* dal

Digitized by Google

quale poi prenderebbero origine N_2O_3 e N_2O_4, *ma addirittura l' anidride pernitrica*, dalla quale poi nuovamente gli altri due si originano.

Le reazioni tanto della prima che della seconda serie avvengono tutte con una notevole variazione del volume e conseguentemente della pressione. Risulta quindi chiaro che se si farà in modo che questa variazione sia il più possibilmente piccola, la reazione avverrà più facilmente e ciò per la legge di Vant' Hoff e di Le Chatelier. Ci proponiamo di fare una nuova serie di esperienze tenendo precisamente conto di questi due principi, al fine di favorire la reazione e sopratutto vedremo di isolare il composto che si forma o facendolo liquefare o di identificarlo facendolo assorbire da una sostanza appropriata, e impedire così la inversione della reazione sintetica.

In conclusione: Dal complesso delle reazioni più sopra riferite si rileva:

1° — La grande influenza della temperatura, aumentando la quale i composti dell'azoto coll'ossigeno si decompongono e non sono più capaci di tornare a ricombinarsi; mentre i miscugli di azoto e di ossigeno non subiscono trasformazione di sorta. Diminuendo la temperatura i composti dell'azoto si decompongono solo parzialmente, pur dando luogo a un equilibrio instabile, mentre i miscugli di azoto e ossigeno, danno luogo alla formazione del composto perossigenato dell'azoto, stabile anch' esso a temperature basse, e in presenza di ozono.

2° — Non essere necessarie delle forti tensioni elettriche per ottenere i fenomeni che si sono riferiti, come riteneva il Berthelot riguardo ai composti da lui ottenuti mediante l'effluvio elettrico.

Di tutto ciò si terrà conto nelle ricerche successive, che ci proponiamo di eseguire.

Nella esecuzione delle esperienze suddette ci è stato di valido e prezioso aiuto la laureanda Sig.na Elena Rivano.

Genova, Istituto di Chimica Generale della R. Università.

Digitized by Google

DOTT. GIUSEPPE TACCHELLA

LA VISIBILITÀ DEI POLIEDRI CONVESSI RAPPRESENTATI COL METODO DI MONGE

1. — In descrittiva conviene considerare trasparenti i piani di proiezione, opaco il corpo rappresentato e si tracciano quindi a tratto continuo le sole linee di esso che sono visivili ad un osservatore posto nel centro di proiezione.

Poichè ciò richiede nel disegnatore la conoscenza della visibilità del corpo, il Loria suggerì (1) delle costruzioni grafiche atte a tale investigazione.

Determinare la visibilità di un qualsiasi poliedro convesso rappresentato in doppia proiezione ortogonale mediante la semplice ispezione della figura, senza, possibilmente, ricorrere a costruzioni grafiche, è lo scopo di questa mia nota.

2. — Se con A, A', A'' indichiamo in valore e segno le aree racchiuse rispettivamente entro ad un contorno chiuso C, tracciato su un qualsiasi piano σ, ed ai contorni C' e C'', proiezioni ortogonali di esso sui piani π_1 e π_2 di riferimento, e con n, n', n'', le normali ai piani σ, π_1, π_2, dalla ben nota espressione

$$A' = A \cos \widehat{n\,n'}$$

$$A'' = A \cos \widehat{n\,n''}$$

risulta che se gli angoli $\widehat{n\,n'}$ ed $\widehat{n\,n''}$ sono entrambi acuti, od ottusi, e cioè dai due centri di proiezione si vede del piano

(1) G. Loria. Sopra la determinazione delle parti visibili di una superficie rappresentata graficamente. (Zeitschrift für Mathematik. und Physik. 63, 1914, p. 290-303; ovvero, Complementi di Geometria descrittiva. Hoepli 1924, p. 3 29).

Digitized by Google

σ la stessa faccia, A' ed A'' hanno egual segno e quindi i contorni C' e C' hanno sensi concordi, mentre se gli angoli $\widehat{n\,n'}$, $\widehat{n\,n''}$ sono l'uno acuto l'altro ottuso, cioè del piano σ si vedono facce opposte, C' e C'' hanno sensi discordi; e quindi:

« *Le proiezioni di una qualsiasi faccia di un poliedro convesso sono entrambe visibili, od invisibili, se i loro contorni hanno sensi concordi, sono invece l'una visibile e l'altra invisibile se i loro contorni hanno sensi discordi* ».

Questa proprietà ci permette di determinare la visibilità di una proiezione di un poliedro, che sottintenderemo sempre convesso, nota che sia la visibilità dell'altra.

Ove, in particolare, *i due contorni apparenti sono costituiti dalle proiezioni degli stessi spigoli, secondo che essi hanno sensi concordi o discordi le due visibilità sono identiche ovvero opposte*, (cioè tutti i punti, salvo quelli del contorno, visibili od invisibili nell'una sono visibili od invisibili nell'altra, ovvero tutti i punti che nell'una sono visibili sono invisibili nell'altra e viceversa).

3. — Il Loria mostra come per investigare la visibilità, poniamo, della proiezione verticale di un poliedro, sia sufficiente investigare quella di un suo punto qualunque, che naturalmente non appartenga al contorno verticale. Fissato questo punto, egli osserva che quivi coincidono le seconde proiezioni M'', N'' di due punti distinti della superficie di cui uno solo, quello che ha quota verticale maggiore, è visibile.

Ora, supposto che la prima proiezione di uno di essi, sia M', appartenga al contorno orizzontale e precisamente alla spezzata che volge la concavità verso la linea di terra (1) il punto M è, fra tutti i punti della superficie che si trovano sulla medesima ordinata, quello che ha la quota verticale maggiore e quindi M'' è indubbiamente visibile; mente se M' appartenesse alla spezzata che volge alla linea di terra la convessità, M sarebbe punto di quota verticale minima e quindi M'' invisibile.

(1) Per semplicità di espressione si suppone, che il poliedro si trovi nella prima regione dello spazio, cioè in quella limitata dai due semi piani di proiezione positivi, il che nulla toglie alla generalità, poichè la visibilità dipende solo dalla giacitura dei piani di riferimento e quindi si può ad essi far subire una traslazione qualsiasi.

Digitized by Google

Poichè considerazioni analoghe valgono per la proiezione orizzontale, si può conchiudere:

« *I punti del contorno apparente orizzontale* (verticale) *se appartengono alla spezzata che volge la concavità verso la linea di terra sono in proiezione verticale* (orizzontale) *visibili, se no, sono invisibili,* a meno che non appartengano anche al contorno verticale (orizzontale).

E questa proprietà qualora i due contorni apparenti non siano costituiti dalle proiezioni degli stessi spigoli permette

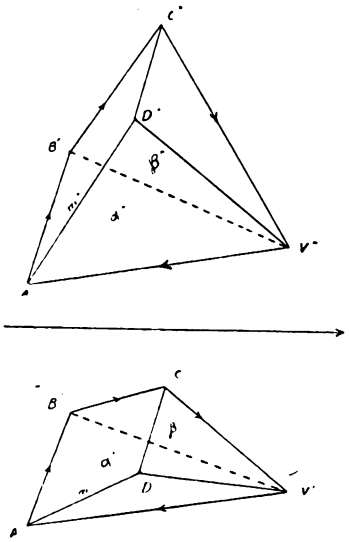


Fig 1

di riconoscere senza ricorrere a costruzioni grafiche la visibilità di entrambe le proiezioni.

4. — *Se i due contorni sono costituiti dalle proiezioni degli stessi spigoli* ed esiste uno spigolo m (Fig. 1) le cui proiezioni m' ed m'', in tutto od in parte, cadono entro alle omonime preiezioni di due faccie differenti, per es. m' stà in α' e m'' in β'', si può riconoscere senza costruzioni grafiche la visibilità dello spigolo m, poichè, indicata con n la retta di β tale che $n'' = m''$, appartenendo n' a β', m in proiezione verticale

Digitized by Google

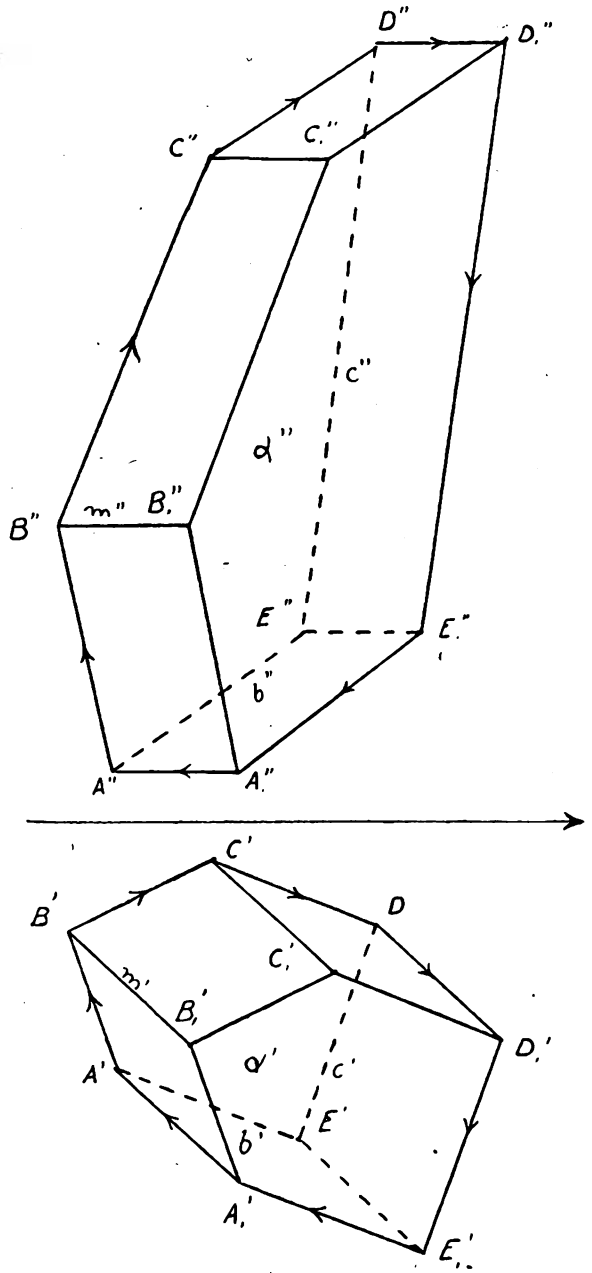


Fig. 2

Digitized by Google

sarà visibile, od invisibile, secondo che m', rispetto a β' sta dalla parte opposta, o dalla stessa, della linea di terra.

Se invece tutti i punti di m' ed m'' (Fig. 2) appartengono rispettivamente ad α' ed α'', ma i loro prolungamenti incontrano lati differenti di α, per es. m' incontra b' ed m'' incontra c'', si può ancora riconoscere la visibilità del poliedro osservando che m' sarà visibile, o no, secondo che il punto $m''c''$ rispetto a b'' sta, o no, dalla parte opposta alla linea di terra.

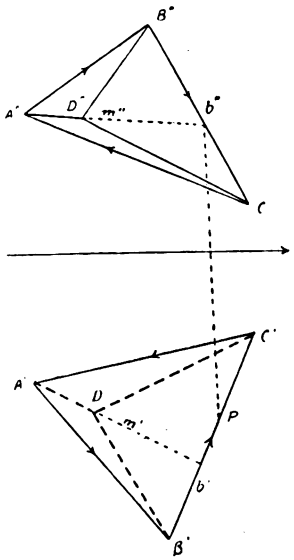


Fig.3

Che se infine i prolungamenti di m' ed m'' (Fig. 3) incontrano le proiezioni b' e b'' del medesimo lato di α, indicato con P il punto di b' che sta sull'ordinata passante per il punto $b''m''$, sarà m'' visibile, od invisibile, secondo che $b'm'$ ha quota verticale maggiore, o minore, di P. E questo è l'unico caso in cui occorra una costruzione grafica.

Digitized by Google

PROF. ESTER ZICAVO

LE GHIANDOLE VELENIFERE DEGLI OFIDI CREDUTI INNOCUI

Sull'apparato velenifero dei serpenti non si ha uno studio completo che dimostri la costituzione di tale apparato, i legami che intercedono tra le diverse forme ed i rapporti che esistono fra le forme più semplici e le disposizioni che già si trovano nei serpenti ritenuti non velenosi.

Si hanno numerosi lavori che trattano dell'argomento, ma in generale essi non sono che delle semplici monografie di tipi determinati, come la vipera, il crotalo, il naja; oppure si riferiscono ad una fauna locale, o considerano una parte soltanto dell'apparato velenifero: ghiandole, denti, muscoli.

La maggior parte dei lavori di carattere anatomico si riferiscono ad un numero limitato di tipi, e tendono piuttosto ad esaltare le differenze, per rendere un utile alla tassonomia, che a ricercare i rapporti per cui differenti forme assumono la stessa funzione.

In generale si suole dividere gli ofidi in due categorie: velenosi e non velenosi, intendendo per velenosi quelli forniti di denti atti ad inoculare il veleno e non velenosi gli altri serpenti privi di questi denti e delle relative ghiandole secernenti.

Ma studi recenti hanno dimostrato come in tutti gli ofidi sia sviluppato l'apparato velenifero, e la signora Marie Phisalix, in un suo studio considera appunto i rapporti che passano tra l'apparato velenifero degli ofidi ritenuti tali e quelli innocui.

Digitized by Google

Come nei proteroglifi e solenoglifi, così negli aglifi ed opistoglifi, il veleno è prodotto da un paio di grosse ghiandole, che sono ritenute come ghiandole salivari modificate; esse esistono anche nei serpenti ritenuti inoffensivi, nei quali però mancano gli organi di inoculazione, ma la secrezione tossica esiste egualmente, essendo a questi, come agli altri, indispensabile per narcotizzare e poi digerire la preda.

Nei colubri aglifi la funzione velenifera non è che una funzione salivare, senza modificazione della forma esteriore, nè della struttura delle ghiandole preesistenti. Le ghiandole mascellari superiori acquistano un' azione tossica nella parte posteriore, sierosa; e manifestano un' azione antitossica nella parte anteriore, mucosa. La porzione velenifera della ghiandola mascellare è generalmente detta parotide, però, per non stabilire delle corrispondenze artificiali tra i serpenti ed i mammiferi e d'altra parte a cagione dell'omologia funzionale di questa ghiandola, con le ghiandole velenifere dei proteroglifi e solenoglifi è forse meglio chiamarla ghiandola velenifera anzichè parotide.

L' apparato inoculatore non ha rapporti diretti con l'apparato ghiandolare, la sola particolarità che esso presenta è di avere i due ultimi denti mascellari aguzzi. La secrezione velenosa si mescola al rimanente liquido salivare, ma la sua diluizione non ne altera le proprietà tossiche e la penetrazione nei tessuti della vittima avviene per le piccole ferite prodotte dai denti nell' acchiappare la preda.

Nei colubridi opistoglifi l' apparato glandulare presenta gli stessi caratteri esterni e la stessa struttura che negli aglifi.

Anche in questi la ghiandola velenifera è una ghiandola mista, sierosa nella porzione secretrice, mucosa nella porzione centrale escretrice.

Molti serpenti poi, la cui morsicatura è per l'uomo inoffensiva, non sono già privi di veleno, ma hanno le ghiandole velenifere in rapporto con gli ultimi denti superiori, che arrivano benissimo a ferire una piccola preda introdotta completamente nella bocca, ma non giungono a prender parte alla morsicatura che l' animale può inferire all'uomo.

Secondo il Gadouw, gli opistoglifi sono molto interessanti perchè collegano i colubridi con i viperidi; secondo il detto autore infatti, l'apparato velenifero nei viperidi appare derivato da quello degli opistoglifi, per abbreviazione e riduzione

Digitized by Google

della parte anteriore delle ossa mascellari e così pure dei denti inoffensivi, essendosi in tal modo portati innanzi i denti veleniferi che erano posteriori.

Seguendo lo sviluppo dell'apparato velenifero vediamo che a partire dai proteroglifi si hanno modificazioni assai importanti, sia nell'apparato velenifero che in quello ghiandolare. Le ghiandole velenose diventano indipendenti dalle ghiandole labiali superiori e si circondano di una spessa membrana che ne nasconde i lobuli da cui risultano formate. La ghiandola si prolunga in un canale escretore conico, il quale s'allunga in modo da essere in comunicazione con il mascellare superiore raccorciato, e gli acini, tubolosi negli aglifi e negli opistoglifi, diventano dei tubi più o meno cilindrici che convergono tra loro per mettere capo nel canale escretore comune. Questi tubi hanno verso la periferia un diametro più piccolo che verso il centro e presentano sempre un grande lume centrale dovuto ad un abbassamento del loro epitelio secretore.

I diversi perfezionamenti che si osservano in una parte o nell'altra dell'apparato velenifero dei proteroglifi a seconda della specie, si trovano invece riuniti in uno stesso viperide.

La ghiandola del veleno è dello stesso tipo, acino-sierosa, ma il canale escretore è più sottile e più lungo ed il suo epitelio cambia d'aspetto soltanto al livello d'un rigonfiamento terminale, le cui pareti sono ricche di ghiandole mucose. Il canale termina, come nei proteroglifi, nella guaina del dente mediante un orifizio posto in vicinanza della base del dente.

Nei viperidi, la parte ossea dell'apparato inoculatore presenta la massima differenzazione; il cranio è raccorciato, allargato ed appiattito e ciò ha per risultato di renderlo più mobile sulle articolazioni e di portare in vicinanza dell'estremità del muso i denti veleniferi.

Inoltre il mascellare è raccorciato, raddrizzato e la sua superficie inferiore è ridotta al necessario per la fissazione dei denti. È assai mobile intorno all'articolazione prefrontale, sulla quale dondola durante la protrazione del palato, in maniera che anche i denti sono protratti in avanti e ciò facilita la cattura della preda.

I denti veleniferi inoltre presentano il massimo perfezionamento: sono assai sviluppati e nelle specie più grosse giungono fino a 2 cm. di lunghezza; sono accuminati, incurvati e

Digitized by Google

sempre canalicolati, per modo che il veleno penetra profondamente nei tessuti dell'animale morsicato.

Ma se in questi serpenti l'apparato produttore del veleno e l'apparato inoculatore hanno il massimo grado di sviluppo, la tossicità del veleno, fattore importante della funzione velenosa, pare non segua la stessa progressione; poichè il veleno più potente si è trovato fino ad oggi nei proteroglifi. Non si ha quindi sviluppo simultaneo (sinergia) dei due elementi: apparato velenifero e tossicità della secrezione.

Concludendo si ha quindi:

1° - che le ghiandole secernenti il veleno sono delle ghiandole salivari modificate; esse esistono anche nei serpenti ritenuti inofensivi, nei quali mancano gli organi di inoculazione.

2° - le ghiandole velenifere sono disposte ai lati della bocca, nella mascella superiore, in rapporto con denti tubolosi o scanalati che servono all'inoculazione del veleno.

3° - che il perfezionamento morfologico dell'apparato velenifero non è in rapporto diretto con la tossicità del prodotto velenoso.

4° - che la funzione velenosa si sovrappone in organismi già esistenti e non modificati nella loro forma e struttura, alla funzione digestiva delle ghiandole salivari boccali.

Genova, 1 marzo 1926.

Digitized by Google

ISTITUTO DI FARMACOLOGIA DELLA R. UNIVERSITÀ DI GENOVA
(DIRETTORE PROF. A. BENEDICENTI)

RASTELLI G.

RICERCHE SULLE METALLO-PROTEINE

Azione del cobalto e dell'idrato di cobalto sopra alcuni amino-acidi e polipeptidi.

Per la prima volta in questo Istituto si è osservato che mettendo in contatto con soluzioni di sostanze proteiche delle polveri metalliche queste vengono in parte fissate dalle proteine. Mentre si è visto da un lato che i metalli così legati alle proteine non sono dializzabili e hanno perduto alcune loro proprietà sia chimiche che fisiche tanto da non essere svelabili con i comuni reattivi, ma solo col solfuro di ammonio, dall'altro lato le proteine trattate coi metalli restano modificate diventando ad es. incoagulabili al calore e perdendo altresì alcune loro reazioni caratteristiche (1).

Le indagini che su questo argomento sono state fatte dal punto di vista elettrochimico (2) dal Prof. Bonino hanno dimostrato quale importanza eserciti la concentrazione idrogenionica delle soluzioni proteiche sopra lo svolgersi delle reazioni in discorso; in tali studi venne altresì dimostrato che le così dette metallo-proteine entro certi limiti del pH di partenza altro non siano che i veri composti salino-proteici, mentre per pH più elevati risulterebbero di natura assai più complicata.

Dal punto di vista chimico-organico il problema può essere ancora abbordato e precisamente studiando la metalizzazione di quei composti più semplici che collegati fra loro costitui-

(1) BENEDICENTI e BONINO, *Ricerche preliminari sulla natura delle metallo-proteine*. Arch. Scienze Biolog. VIII, 241, 1926.

(2) *Studi sulle metallo-proteine*. Arch. Scienze Biolog. VIII, 248, 1926; VIII, 258, 1926; VIII, 275, 1926; VIII, 290, 1926.

Digitized by Google

scono l'edificio proteico: Nei riguardi dei composti che gli aminoacidi e i polipeptidi possono formare con i metalli la letteratura è assai ristretta.

Piria ha descritto un sale di rame della glicocolla, Fischer descrive sali di rame di molti aminoacidi e polipeptidi (1); nessun dato però si possiede sopra i corrispondenti composti di cobalto, ad eccezione di quelli ottenuti dal Rocci (2) per azione dell'idrato di cobalto sopra la glicocolla. Tale autore descrisse tre composti diversamente cristallizzati e di diverso colore, e che analizzò per determinarvi soltanto il tenore in metallo.

I composti tra cobalto e aminoacidi e polipeptidi mi sembrano i più convenienti a studiarsi in quanto che il cobalto è il metallo che di preferenza viene fissato dalle sostanze proteiche.

***

Per azione del cobalto in polvere sopra le soluzioni di glicocolla si ottiene un liquido perfettamente limpido di colore roseo pallido e si può notare altresì lo svolgimento di idrogeno.

Per evaporazione a bagno-maria il colore di tale liquido si fa notevolmente più cupo fino a divenire di un bel violetto; contemporaneamente si separano dei composti mescolati a notevoli quantità di glicocolla inalterata.

Il liquido violetto agitato in un tubo con polvere di cobalto, ritorna del colore roseo primitivo.

Si ottiene dunque in un primo tempo un composto cobaltoso che per opera dell'ossigeno dell'aria si trasforma formando i composti già isolati dal Rocci dei quali uno è di colore violetto intenso e probabilmente possiede il cobalto trivalente e una costituzione complessa.

Saturando con idrato di cobalto una soluzione di glicocolla si ottengono gli stessi prodotti.

Fenomeni corrispondenti a quelli osservati per il caso della glicocolla, si notano studiando l'azione del cobalto e del rispettivo idrato sopra altri aminoacidi.

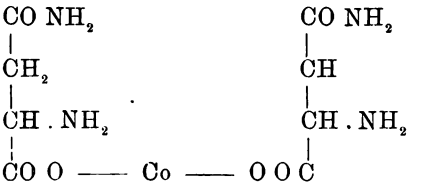
---

(1) *Untersuchungen über aminosäueren polypeptide und proteine.* Iulius Springer, Berlin.

(2) Giornale R. Acc. Med. di Torino. LXXXV, 357, 1922.

Digitized by Google

Per azione del cobalto in polvere sopra l'asparagina si ottiene la solita soluzione di color roseo e lo svolgersi di idrogeno. La soluzione, per evaporazione all'aria, si fa di color violetto, che per successiva azione del cobalto ritorna del primitivo color roseo. I composti formatisi non si possono agevolmente separare poichè troppo grande è la quantità di aminoacido inalterata che si trova nei liquidi in esame. Saturando invece con idrato di cobalto la soluzione di asparagina ed evaporandola all'aria si può ottenere un composto cristallino roseo poco solubile che riconobbi per asparaginato di cobalto senza acqua di cristallizzazione:

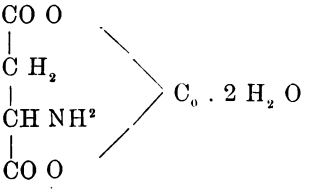


Come residuo dell'evaporazione, delle acque madri ottenni un composto non cristallino di color violetto intenso, solubilissimo in acqua, e che con ogni possibilità possiede costituzione complessa e il metallo allo stato trivalente.

Per azione del cobalto sopra l'acido aspartico osserviamo fenomeni in tutto corrispondenti a quelli osservati per azione dello stesso metallo sopra le soluzioni di glicocolla e di asparagina.

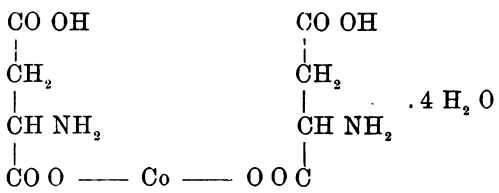
Saturando con idrato di cobalto la soluzione di acido aspartico, ed evaporando il liquido per concentrarlo, si possono separare i seguenti composti:

1) aspartato neutro di cobalto con 2 molecole di acqua di cristallizzazione; pochissimo solubile in acqua:



Digitized by Google

2) asparato acido di cobalto con quattro molecole di acqua di cristalizzazione; poco solubile in acqua:



3) il solito composto complesso non cristallino, di colore violetto intenso e solubilissimo in acqua.

***

Lo studio dell'azione del cobalto e dell'idrato di cobalto sopra i polipeptidi sembra presentare un certo interesse.

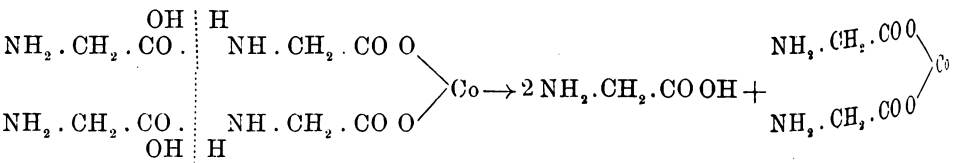
In questa Nota posso descrivere soltanto il caso della glicilglicina e mi riservo di sperimentare in seguito sopra altri polipeptidi.

La soluzione acquosa di glicilglicina attacca il cobalto in polvere fornendo un liquido di colore roseo dal quale, per la rilevante quantità di glicilglicina inalterata, non riesce agevole separare prodotti puri.

Per ottenere un'azione più completa ho saturato una soluzione di glicilglicina con idrato di cobalto.

Il liquido di color rosso vinoso che si ottiene venne concentrato a b. m. Per raffreddamento potei separare dei cristalli incolori che riconobbi per glicocolla, e un composto roseo insolubile identico ad uno di quelli ottenuti dal Rocci (l. c.) per azione dell'idrato di cobalto sopra la glicocolla.

In un primo tempo crederei si possa formare il sale di cobalto della glicilglicina che essendo poco stabile si scinde formando glicocolla e glicollato di cobalto:



Oltre al cobalto, anche il rame viene fissato abbastanza agevolmente dalle sostanze proteiche.

Digitized by Google

Mi pare opportuno però far notare che l'azione del rame sopra gli aminoacidi e sopra i polipeptidi è assai più semplice che non nel caso del cobalto. Per azione dell'ossido e dell'idrato di rame sopra molti aminoacidi e polipeptidi il Fischer ha ottenuto soltanto i corrispondenti sali rameici senza osservare scissioni di sorta.

Parte sperimentale.

Azione del cobalto in polvere sopra gli aminoacidi studiati.

Si pone in un palloncino di circa 100 cc. una soluzione al 2-5 % di aminoacido (glicocolla, asparagina, ac. aspartico) e vi si aggiunge un grammo circa di polvere di cobalto. Si chiude ermeticamente e si agita in termostato per 36 ore a 40°. Dopo tale tempo si hanno dei liquidi di colore roseo. Aprendo la bocca del palloncino in vicinanza di una fiamma a gas si ottiene la caratteristica esplosione dovuta all'idrogeno gassoso.

Il liquido ottenuto separato dalla polvere metallica residuo, per evaporazione all'aria, si ossida facilmente, colorandosi in violetto; rimesso nel palloncino e agitato nelle solite condizioni con polvere di cobalto ritorna nuovamente di colore roseo.

Azione dell'idrato di cobalto sopra l'asparagina.

Gr. 5 di asparagina si sciolgono in 300 cc. di acqua, vi si aggiunge a caldo idrato di cobalto (di recente preparato) fino a saturazione e si filtra.

Per evaporazione a b. m. fino a un terzo del suo volume e successivo raffreddamento si ottengono dei cristallini rosei, mescolati a sostanze resinose, che purificati dall'acqua in presenza di carbone animale, vennero sottoposti all'analisi e riconosciuti per asparaginato di cobalto senza acqua di cristallizzazione:

gr. 0.0441 di sostanza diedero gr. 0.0212 di $CoSO_4$

gr. 0.0993 di sostanza diedero azoto
cc. 15.4 $t = 21°$ $H = 778^{m/m}$

trovato	cobalto 18.28 %		calcolato per	cobalto 18.38 %
	azoto 17.59 %		$C_8H_{14}O_6N_4Co$	azoto 17.45 %

Per successiva evaporazione delle acque madri rimane una resina violetta.

Digitized by Google

Azione dell'idrato di cobalto sopra l'acido aspartico.

Gr. 4 di ac. aspartico si sciolgono in 450 di cc. di acqua, si satura a caldo con idrato di cobalto di recente preparato e si filtra.

Il filtrato di color roseo venne evaporato a b. m. fino a metà del suo volume.

Col raffreddamento si separa una sostanza in cristallini di color roseo con lieve tendenza al violaceo, e quasi insolubili in acqua.

Tale composto sottoposto all'analisi si dimostrò essere aspartato neutro di Cobalto con due molecole di acqua di cristallizzazione.

Gr. 0.2000 di sostanza perdettero in peso a 110° gr. 0.0314

gr. 0.1987 di sostanza diedero gr. 0.1388 di $CoSO_4$

trovato { acqua di crist. 15.70 %
cobalto 26.57 %

calcolato per $C_4H_5O_4NCo.2H_2O$ { acqua di crist. 15.92 %
cobalto 26.19 %

Alle acque madri si aggiunge egual volume di alcool a 95° e si lascia in riposo per 24 ore. Si separa una sostanza di aspetto cristallino, che purificata ripetutamente dall'acqua si presenta in cristallini di color roseo chiaro, non molto solubili in acqua fredda e poco più in acqua calda.

All'analisi si mostrarono essere aspartato acido di cobalto con quattro molecole di acqua di cristallizzazione.

Gr. 0.1000 di sostanza perdettero di peso a 110° gr. 0.0186

gr. 0.1000 di sostanza diedero gr. 0.398 di $CoSO_4$

trovato { acqua di crist. 18.60 %
cobalto 15.13 %

calcolato per $C_8H_{12}O_8N_2Co.4.H_2O$ { acqua di crist. 18.23 %
cobalto 14.91 %.

Digitized by Google

GIACINTO GUARESCHI

SULLE SOMME DI PRODOTTI DI TERMINI DI UNA PROGRESSIONE ARITMETICA

Il Signor Niels Nielsen dà nel suo interessante e recente trattato sui numeri di Bernoulli (1) una trattazione generale sui coefficienti dei fattoriali, ponendo in luce il loro legame coi numeri di Bernoulli ed alcune importanti applicazioni che di essi si possono fare nella teoria delle congruenze aritmetiche.

In questo lavoro mi sono proposto di ottenere un'espressione generale delle somme dei prodotti, di ugual numero di fattori, dei termini consecutivi di una progressione aritmetica, e quindi, come caso particolare, dei coefficienti dei fattoriali, mediante i coefficienti binomiali.

Ho poi applicato le congruenze aritmetiche cui soddisfanno i coefficienti dei fattoriali alla determinazione di alcune congruenze aritmetiche cui soddisfanno certi coefficienti che compariscono nella detta espressione generale: coefficienti che sono definiti ed in parte studiati nell'art. 2 e nell'art. 3.

Alcune formole di calcolo combinatorio.

1. — Prop. I. - *Se x è un numero qualsiasi e k ed l sono numeri interi positivi, si ha l'indentità*

$$\binom{x}{k} - \binom{x-l}{k} = \sum_{i=0}^{l-1} \binom{x-1-i}{k-1}. \tag{1}$$

(1) NIELS NIELSEN, *Traité élémentaire des nombres de Bernoulli*: Paris, Gauthier-Villars, 1923.

Digitized by Google

Questa, infatti, si ottiene sommando membro a membro le identità

$$\binom{x}{k} = \binom{x-1}{k} + \binom{x-1}{k-1}; \binom{x-1}{k} = \binom{x-2}{k} + \binom{x-2}{k-1}; \ldots;$$
$$\binom{x-l+1}{k} = \binom{x-l}{k} + \binom{x-l}{k-1}.$$

Prop. II. - *Se x è un numero qualsiasi e k ed l sono numeri interi positivi, si ha l'identità*

$$(2) \qquad \binom{x}{k} - \binom{x-l}{k} = \sum_{s=1}^{k} (-1)^{s-1} \binom{l-1+s}{s} \binom{x}{k-s}.$$

Infatti, dalla nota identità [1]

$$\sum_{s=0}^{k} (-1)^s \binom{l-1+s}{s} \binom{x}{k-s} = \binom{x-l}{k}$$

si ricava

$$\sum_{s=1}^{k} (-1)^s \binom{l-1+s}{s} \binom{x}{k-s} = \binom{x-l}{k} - \binom{x}{k}$$

e, quindi, la (2).

Prop. III. - *Se x è un numero qualsiasi, k è un numero intero positivo, ed s e t sono numeri interi non negativi ($s \leq k-1$), si ha l'identità*

$$(3) \qquad \binom{x}{k} = \sum_{l=0}^{t} \binom{l+s}{s} \binom{x-1-s-l}{k-1-s} + \sum_{i=0}^{s} \binom{t+i}{i} \binom{x-1-t-i}{k-i}.$$

La formula è vera per $s = 0$, poichè in tal caso si ha

$$\binom{x}{k} = \sum_{l=0}^{t} \binom{x-1-l}{k-1} + \binom{x-1-t}{k},$$

e questa non è altro che la (1) ove i è sostituito da l ed l da $t+1$; è facile ora dimostrarla in generale col procedimento di induzione completa. Ammessa, infatti, vera la (3) per s, in essa al posto di $\binom{x-1-s-l}{k-1-s}$ si ponga l'espressione

$$\sum_{r=0}^{t-l} \binom{x-2-s-l-r}{k-2-s} + \binom{x-1-s-t-1}{k-1-s}$$

---

[1] Cfr. NETTO E., *Lehrbuch d. Combinatorik*; Leipzig, Teubner, 1901; pag. 250, form. (20).

Digitized by Google

ricavata facilmente dalla (1); si ottiene allora

$$\binom{x}{k} = \sum_{l=0}^{t} \binom{s+l}{s} \sum_{r=0}^{t-l} \binom{x-2-s-l-r}{k-2-s} +$$
$$+ \sum_{l=0}^{t} \binom{s+l}{s} \binom{x-2-s-l}{k-1-s} + \sum_{i=0}^{s} \binom{l+i}{i} \binom{x-1-l-i}{k-i};$$

ponendo ora $p = l + r$ abbiamo

$$\binom{x}{k} = \sum_{p=0}^{t} \binom{x-2-s-p}{k-2-s} \sum_{r=0}^{p} \binom{s+p-r}{s} +$$
$$+ \binom{x-2-s-l}{k-1-s} \sum_{l=0}^{t} \binom{s+l}{s} + \sum_{i=0}^{s} \binom{l+i}{i} \binom{x-1-l-i}{k-i},$$

ed ancora

$$\binom{x}{k} = \sum_{p=0}^{t} \binom{x-2-s-p}{k-2-s} \binom{s+p+1}{s+1} +$$
$$+ \binom{s+l+1}{s+1} \binom{x-2-s-l}{k-1-s} + \sum_{i=0}^{s} \binom{l+i}{i} \binom{x-1-l-i}{k-i} =$$
$$= \sum_{l=0}^{t} \binom{s+1+l}{s+1} \binom{x-1-s-1-l}{k-1-s-1} + \sum_{i=0}^{s+1} \binom{l+i}{i} \binom{x-1-l-i}{k-i},$$

ossia null'altro che la (3) ove s è sostituito da $s + 1$.

Prop. IV. — *Se h e p sono numeri qualsivogliano, k, l, q sono numeri interi positivi, si ha l'identità*

$$(4) \qquad \sum_{l=0}^{t} \binom{h-l}{k} \binom{p-l}{q} = \binom{h}{k} \binom{p+1}{q+1} +$$
$$+ \sum_{s=1}^{h} (-1)^s \binom{h}{k-s} \binom{p+s}{q+1+s} - \sum_{r=0}^{k} (-1)^r \binom{p-t+r}{q+1+r} \binom{h-t}{k-r}.$$

Possiamo, infatti, scrivere

$$\sum_{l=0}^{t} \binom{h-l}{k} \binom{p-l}{q} = \sum_{l=0}^{t} \binom{h}{k} \binom{p-l}{q} - \sum_{l=1}^{t} \left[\binom{h}{k} - \binom{h-l}{k} \right] \binom{p-l}{q} =$$
$$= \binom{h}{k} \sum_{l=0}^{t} \binom{p-l}{q} - \sum_{l=0}^{t-1} \left[\binom{h}{k} - \binom{h-1-l}{k} \right] \binom{p-1-l}{q},$$

Digitized by Google

e da qui, facendo uso della (1) e della (2),

$$\sum_{l=0}^{t}\binom{h-l}{k}\binom{p-l}{q}=\binom{h}{k}\binom{p+1}{q+1}-\binom{h}{k}\binom{p-t}{q+1}-$$
$$-\sum_{l=0}^{t-1}\sum_{s=1}^{k}(-1)^{s-1}\binom{l+s}{s}\binom{h}{k-s}\binom{p-1-l}{q}=\binom{h}{k}\binom{p+1}{q+1}-$$
$$-\binom{h}{k}\binom{p-t}{q+1}+\sum_{s=1}^{k}(-1)^{s}\binom{h}{k-s}\sum_{l=0}^{t-1}\binom{l+s}{s}\binom{p-1-l}{q}.$$

Dalla (3) ove si sostituiscano x, k e t risp.e con $p+s$, $q+1+s$, e $t-1$ si ricava

$$\sum_{l=0}^{t-1}\binom{l+s}{s}\binom{p-1-l}{q}=\binom{p+s}{q+1+s}-\sum_{i=0}^{s}\binom{t-1+i}{i}\binom{p+s-i-t}{q+1+s-i};$$

abbiamo allora

$$\sum_{l=0}^{t}\binom{h-l}{k}\binom{p-l}{q}=\binom{h}{k}\binom{p+1}{q+1}-\binom{h}{k}\binom{p-t}{q+1}+$$
$$+\sum_{s=1}^{k}(-1)^{s}\binom{h}{k-s}\binom{p+s}{q+1+s}-$$
$$-\sum_{s=1}^{k}(-1)^{s}\binom{h}{k-s}\sum_{i=0}^{s}\binom{t-1+i}{i}\binom{p-t+s-i}{q+1+s-i},$$

ed ancora, dopo avere posto $s-i=r$ ed avere osservato che l'essere $s>0$ comporta che r ed i non possono essere contemporaneamente nulli,

$$\sum_{l=0}^{t}\binom{h-l}{k}\binom{p-l}{q}=\binom{h}{k}\binom{p+1}{q+1}-\binom{h}{k}\binom{p-t}{q+1}+$$
$$+\sum_{s=1}^{k}(-1)^{s}\binom{h}{k-s}\binom{p+s}{q+1+s}-\binom{p-t}{q+1}\sum_{i=1}^{k}(-1)^{i}\binom{h}{k-i}\binom{t-1+i}{i}$$
$$-\sum_{r=1}^{k}(-1)^{r}\binom{p-t+r}{q+1+r}\sum_{i=0}^{k-r}(-1)^{i}\binom{h}{k-r-i}\binom{t-1+i}{i};$$

da qui, ricorrendo alla (2), si ricava

$$\sum_{l=0}^{t}\binom{h-l}{k}\binom{p-l}{q}=\binom{h}{k}\binom{p+1}{q+1}-\binom{h}{k}\binom{p-t}{q+1}+$$
$$+\sum_{s=1}^{k}(-1)^{s}\binom{h}{k-s}\binom{p+s}{q+1+s}-\binom{p-t}{q+1}\binom{h-t}{k}+\binom{p-t}{q+1}\binom{h}{k}-$$
$$-\sum_{r=1}^{k}(-1)^{r}\binom{p-t+r}{q+1+r}\binom{h-t}{k-r}=\binom{h}{k}\binom{p+1}{q+1}+$$
$$+\sum_{s=1}^{k}(-1)^{s}\binom{h}{k-s}\binom{p+s}{q+1+s}-\sum_{r=0}^{k}(-1)^{r}\binom{p-t+r}{q+1+r}\binom{h-t}{k-r}.$$

Digitized by Google

Alcuni simboli ed alcune loro proprietà.

2. — Def. I.ª - Se n è un numero intero qualsivoglia, e k è un numero intero non negativo, si definisca il simbolo $\varrho_{n,k}$ nel modo seguente

$$(5) \qquad \varrho_{n,k} = 0 \quad , \quad (n < k);$$

$$(5') \qquad \varrho_{0,0} = 1;$$

$$(5'') \qquad \varrho_{n,0} = 0 \quad , \quad (n > 0);$$

$$(5''') \qquad \varrho_{n,1} = (n-1)! \quad , \quad (n \geq 1);$$

$$(5'''') \qquad \varrho_{n,k} =$$

$$= (n-1)! \sum_{h} \frac{(h_1+2)(h_1+h_2+3)\dots(h_1+\dots+h_i+i+1)\dots(h_1+\dots+h_{k-1}+k)}{h_1(h_1+h_2)\dots(h_1+\dots+h_i)\dots(h_1+\dots+h_{k-1})},$$

$$(k > 1, \; n \geq k);$$

l'ultima sommatoria essendo estesa a tutti i sistemi di numeri interi positivi $h_1, h_2, \dots, h_{k-1}$ soddisfacenti alle condizioni

$$(6) \qquad \begin{cases} h_1 \leq n+1-k; \; h_2 \leq n+2-k-h_1; \dots \\ h_i \leq n+i-k-h_1-h_2-\dots-h_{i-1}; \dots \\ h_{k-1} \leq n-1-h_1-h_2-\dots-h_{k-2}. \end{cases}$$

Prop. V. - *Se k è un numero intero positivo, si ha l'identità*

$$(7) \qquad \varrho_{n,k} = (n-1)\,\varrho_{n-1,k} + (n+k-1)\,\varrho_{n-1,k-1}.$$

Questa identità è evidente se è $n < k$; quando è $n = k$ si ha

$$\varrho_{k,k} = (k-1)! \frac{(1+2)(2+3)\dots(2k-1)}{1 \cdot 2 \dots (k-1)} = 3 \cdot 5 \dots (2k-1) =$$

$$= (2k-1).3.5\dots(2k-3) = (k-1)\,\varrho_{k-1,k} + (k+k-1)\,\varrho_{k-1,k-1};$$

se è $n > k$ si ha

$$(n-1)\,\varrho_{n-1,k} + (n+k-1)\,\varrho_{n-1,k-1} =$$

$$= (n-1)(n-2)! \sum_{h'} \frac{(h'_1+2)\dots(h'_1+\dots+h'_i+i+1)\dots(h'_1+\dots+h'_{k-1}+k)}{h'_1(h'_1+h'_2)\dots(h'_1+\dots+h'_{k-1})}$$

$$+ (n+k-1)(n-2)! \sum_{h''} \frac{(h''_1+2)\dots(h''_1+\dots+h''_i+i+1)\dots(h''_1+\dots+h''_{k-2}+k-1)}{h''_1(h''_1+h''_2)\dots(h''_1+\dots+h''_{k-2})},$$

Digitized by Google

la prima sommatoria essendo estesa a tutti i sistemi di numeri interi positivi $h'_1, h'_2, \ldots h'_{k-1}$ soddisfacenti alle condizioni

$$(I) \qquad \begin{cases} h'_1 \leq n-k\,;\ h'_2 \leq n+1-k-h'_1\,;\ldots \\ h'_i \leq n-1+i-k-h'_1-\ldots-h'_{i-1}\,;\ldots \\ h'_{k-1} \leq n-2-h'_1-\ldots-h'_{k-2}\,, \end{cases}$$

la seconda invece essendo estesa a tutti i sistemi di numeri interi positivi $h''_1, h''_2, \ldots, h''_{k-2}$ soddisfacenti alle condizioni

$$(II) \qquad \begin{cases} h''_1 \leq n+1-k\,;\ h''_2 \leq n+2-k-h''_1\,;\ldots \\ h''_i \leq n+i-k-h''_1-\ldots-h''_{i-1}\,;\ldots \\ h''_{k-2} \leq n-2-h''_1-\ldots-h''_{k-3}\,. \end{cases}$$

Osserviamo ora che se $h_1, h_2, \ldots, h_i, \ldots, h_{k-1}$ è una soluzione del sistema (6) nella quale si abbia

$$h_i = n+i-k-h_1-\ldots-h_{i-1},$$

allora si ha $h_{i+1} = \ldots = h_{k-1} = 1$ e

$$h_1+\ldots+h_i = n-k+i, \ldots, h_1+\ldots+h_{k-1} = n-1;$$

se invece è $h_l < n+l-k-h_1-\ldots-h_{l-1}$, $(l = 1, 2, \ldots, i)$ necessariamente dev'essere $h_1+\ldots+h_i < n-k+i$; considerazioni analoghe valgono per le soluzioni dei sistemi (I) e (II). Risulta da quest'osservazione che si ottengono tutte le soluzioni del sistema (I) considerando tutte le soluzioni del sistema (II) per le quali si abbia $h''_1+\ldots+h''_{k-2} \leq n-3$ e ponendo

$$h'_1 = h''_1, \ldots, h'_{k-2} = h''_{k-2},\ h'_{k-1} \leq n-2-h'_1-\ldots-h'_{k-2};$$

e che si ricavano poi tutte le soluzioni del sistema (6) ponendo $h = h'_1, \ldots, h_{k-2} = h'_{k-2}$, $h_{k-1} \leq n-1-h'_1-\ldots-h'_{k-2}$ ed inoltre $h_1 = h'''_1$, $h_2 = h'''_2, \ldots, h_{k-2} = h'''_{k-2}$, $h_{k-1} = 1$, ove $h'''_1, \ldots, h'''_{k-2}$ è una qualunque delle soluzioni del sistema (II) per la quale si abbia $h'''_1+h'''_2+\ldots+h'''_{k-2} = n-2$.

Ciò posto, avremo

$$(n-1)\,\varrho_{n-1,k} + (n+k-1)\,\varrho_{n-1,k-1} =$$

$$= (n-1)! \sum_{h'_1,\ldots,h'_{k-2}} \frac{(h'+2)\ldots(h'_1+\ldots+h'_{k-2}+k-1)}{h'_1\ldots(h'_1+\ldots+h'_{k-2})} \left(\sum_{h'_{k-1}} \frac{h'_1+\ldots+h'_{k-1}+k}{h'_1+\ldots+h'_{k-1}} + \right.$$

$$\left. + \frac{n+k-1}{n-1} \right) + (n-1)! \sum_{h'''_1,\ldots,h'''_{k-2}} \frac{(h''_1+2)\ldots(h'''_1+\ldots+h'''_{k-2}+k-1)}{h'''_1\ldots(h'''_1+\ldots+h'''_{k-2})} \frac{n+k-1}{n-1} =$$

Digitized by Google

$$= (n-1)! \sum_{h'_1,\ldots,h'_{k-2}} \frac{(h'_1+2)\ldots(h'_1+\ldots+h'_{k-2}+k-1)}{h'_1\ldots(h'_1+\ldots+h'_{k-2})} \left(\sum_{h'_{k-1}} \frac{h'_1+\ldots+h'_{k-1}+k}{h'_1+\ldots+h'_{k-1}} + \right.$$

$$\left. + \frac{h'_1+\ldots+h'_{k-2}+n-1-h'_1-\ldots-h'_{k-2}+k}{h'_1+\ldots+h'_{k-2}+n-1-h'_1-\ldots-h'_{k-2}} \right) +$$

$$+ (n-1)! \sum_{h'''_1,\ldots,h'''_{k-2}} \frac{(h'''_1+2)\ldots(h'''_1+\ldots+h'''_{k-2}+k-1)}{h'''_1\ldots(h'''_1+\ldots+h'''_{k-2})} \frac{h'''_1+\ldots+h'''_{k-2}+1+k}{h'''_1+\ldots+h'''_{k-2}+1} =$$

$$= (n-1)! \sum_{h_1,\ldots,h_{k-1}} \frac{(h_1+2)\ldots(h_1+\ldots+h_{k-1}+k)}{h_1\ldots(h_1+\ldots+h_{k-1})} = \varrho_{n,k} .$$

Osserv. 1.ª — Alla definizione del simbolo $\varrho_{n,k}$, $(n > k)$ si può dare la seguente forma, forse più espressiva,

$$\varrho_{n,k} = (n-1)! \sum_{h_1=1}^{n+1-k} \sum_{h_2=1}^{n+2-k-h_1} \ldots\ldots \sum_{h_i=1}^{n+i-k-h_1-\ldots-h_{i-1}} \ldots$$

$$\ldots \sum_{h_{k-1}=1}^{n-1-h_1-\ldots-h_{k-2}} \frac{(h_1+2)\ldots(h_1+\ldots+h_{k-1}+k)}{h_1(h_1+h_2)\ldots(h_1+\ldots+h_{k-1})} .$$

Prop. VI. - *I numeri* $\varrho_{n,k}$ *sono interi non negativi.*

Risulta infatti dalla definizione dei numeri stessi che essi sono interi per $n < k$ e per $k = 1$; risulta pure dalla dimostrazione della proposizione precedente che sono interi per $n = k$; la relazione (7) mostra poi subito la verità della proposizione in generale.

3. — Definiz. II. - *Se* m, h, k *sono numeri interi non negativi, si definisca il simbolo* $\sigma_{m,h,k}$ *nel modo seguente*

$$(8) \quad \begin{cases} \sigma_{m,o,k} = 0 , \\ \sigma_{m,h,o} = 0 ; \end{cases}$$

$$(8') \quad \sigma_{0,1,1} = 0 ;$$

$$(8'') \quad \sigma_{m,1,1} = (m-1)! , \ (m > 0) ;$$

$$(8''') \quad \sigma_{m,h,k} = \binom{m+k-2}{h+2k-3} (m-h-k+1)! \, \varrho_{h+k-2,\,k-1}$$

$(h > 0, \ k > 0$ ed uno almeno dei due numeri $> 1)$,

sottointendendosi che $(m-h-k+1)! = 0$ quando è

$$m < h + k - 1.$$

Digitized by Google

Prop. VII. - *Se è* $h > 0$, $k > 0$ *ed* $m \geq h + k - 1$, *si ha l'identità*

$$(9) \qquad \sigma_{m,h,k} = \sum_{\tau=0}^{k-1} (m - h - k + 1 + \tau)\, \sigma_{m-1,h,k-\tau} + \sum_{\tau=0}^{k-1} (h + k - 3 - \tau)\, \sigma_{m-1,h-1,k-\tau}.$$

Questa identità vale per $k = 1$; infatti in tal caso si ha

$$(m - h)\, \sigma_{m-1,h,1} + (h - 2)\, \sigma_{m-1,h,1,1} =$$

$$= (m - h) \binom{m-2}{h-1} (m - 1 - h)!\, \varrho_{h-1,0} +$$

$$+ (h - 2) \binom{m-2}{h-2} (m - h)!\, \varrho_{h-2,0};$$

e poichè quest'ultima espressione è uguale a zero per $h \geq 2$, e si riduce a $(m - 1)(m - 2)! = (m - 1)!$ per $h = 1$, essa coincide con $\sigma_{m,h,1}$ che è evidentemente nullo per $h > 1$ ed uguale ad $(m - 1)!$ per $h = 1$.

Si può ora dimostrare la verità della (9) per valori di k maggiori di 1, mediante il procedimento di induzione completa. Abbiamo infatti

$$\sum_{\tau=0}^{k-1} (m - h - k + 1 + \tau)\, \sigma_{m-1,h,k-\tau} + \sum_{\tau=0}^{k-1} (h + k - 3 - \tau)\, \sigma_{m-1,h-1,k-\tau} =$$

$$= (m - h - k + 1)\, \sigma_{m-1,h,k} + (h + k - 3)\, \sigma_{m-1,h-1,k} +$$

$$+ \sum_{\tau=0}^{k-2} (m - h - k + 2 + \tau)\, \sigma_{m-1,h,k-1-\tau} + \sum_{\tau=0}^{k-2} (h + k - 4 - \tau)\, \sigma_{m-1,h-1,k-1-\tau} =$$

$$= (m - h - k + 1)\, \sigma_{m-1,h,k} + (h + k - 3)\, \sigma_{m-1,h-1,k} + \sigma_{m,h,k-1} =$$

$$= (m - h - k + 1) \binom{m+k-3}{h+2k-3} (m - h - k)!\, \varrho_{h+k-2,k-1} +$$

$$+ (h + k - 3) \binom{m+k-3}{h+2k-4} (m - h - k + 1)!\, \varrho_{h+k-3,k-1} +$$

$$+ \binom{m+k-3}{h+2k-5} (m - h - k + 2)!\, \varrho_{h+k-3,k-2} =$$

$$= (m - h - k + 1)! \left[\binom{m+k-3}{h+2k-3} \varrho_{h+k-2,k-1} + (h + k - 3) \binom{m+k-3}{h+2k-4} \varrho_{h+k-3,k-1} + \right.$$

$$\left. + \frac{(m - h - k + 2)(h + 2k - 4)}{h + 2k - 4} \binom{m+k-3}{h+2k-5} \varrho_{h+k-3,k-2} \right] =$$

Digitized by Google

$$= (m-h-k+1)!\left[\binom{m+k-3}{h+2k-3}\varrho_{h+k-2,\,k-1} + (h+k-3)\binom{m+k-3}{h+2k-4}\varrho_{h+k-3,\,k-1} + \right.$$

$$\left. + (h+2k-4)\binom{m+k-3}{h+2k-4}\varrho_{h+k-3,\,k-2}\right];$$

da qui, notando che causa la (7) si ha

$$(h+k-3)\,\varrho_{h+k-3,\,k-1} + (h+k-3+k-1)\,\varrho_{h+k-3,\,k-2} = \varrho_{h+k-2,\,k-1},$$

si ricava

$$\sum_{\tau=0}^{k-1}(m-h-k+1+\tau)\,\sigma_{m-1,\,h,\,k-\tau} + \sum_{\tau=0}^{k-1}(h+k-3-\tau)\,\sigma_{m-1,\,h-1,\,k-\tau} =$$

$$= (m-h-k+1)!\left[\binom{m+k-3}{h+2k-3}\varrho_{h+k-2,\,k-1} + \binom{m+k-3}{h+2k-4}\varrho_{h+k-2,\,k-1}\right]$$

$$= (m-h-k+1)!\binom{m+k-2}{h+2k-3}\varrho_{h+k-2,\,k-1} = \sigma_{m,h,k}.$$

Coroll. I. - *Se è* $h > 1$ *si ha* $\sigma_{m,h,1} = 0$.

Risulta dalla prima parte della dimostrazione della proposizione precedente.

Coroll. II. - *Si ha l'identità*

$$\sigma_{m,h,k} = (m-h-k+1)\,\sigma_{m-1,h,k} + (h+k-3)\,\sigma_{m-1,h-1,k} + \sigma_{m,h,k-1}.$$

Risulta pure dalla dimostrazione della proposizione precedente.

Prop. VIII. - *I numeri* $\sigma_{m,h,k}$ *sono interi.*

Questa proposizione è una conseguenza immediata della definizione dei simboli $\sigma_{m,h,k}$.

Sulle somme di prodotti, con ugual numero di fattori distinti, dei termini consecutivi di una progressione aritmetica.

4. — Defin. III. - Data una progressione aritmetica di cui a e d sono risp.e il primo termine e la ragione, si indichi con $P_{n,l}(a, d)$ la somma di tutti i prodotti di l fattori ottenuti combinando l ad l senza ripetizione i primi n termini della progressione stessa.

Digitized by Google

Prop. IX. - *Si hanno le identità*

$$(10)\quad P_{n,l}(a,d) = (a + n\,d - d)\,P_{n-1,l-1}(a,d) + P_{n-1,l}(a,d);$$

$$(11)\quad P_{n,l}(a,d) = (a + n\,d - d)\sum_{s=0}^{n-l} P_{n-1-s,\,l-1}(a,d) - d\sum_{t=0}^{n-l-1}\sum_{s=0}^{n-l-t-1} P_{n-2-t-s,\,l-1}(a,d).$$

La (10) è una conseguenza immediata della definizione del simbolo $P_{n,l}(a,d)$. Sommando membro a membro le $n-l+1$ eguaglianze che si ottengono considerando con la (10) quelle che da essa si deducono sostituendo n con $n-1, n-2, \ldots, l$, si ottiene

$$\begin{aligned} P_{n,l}(a,d) &= (a + n\,d - d)\,P_{n-1,l-1}(a,d) + \\ &+ (a + n\,d - 2\,d)\,P_{n-2,l-1}(a,d) + \ldots + (a + n\,d - i\,d)\,P_{n-i,l-1}(a,d) + \\ &+ \ldots + [a + n\,d - (n - l + 1)\,d]\,P_{l-1,l-1}(a,d) = \\ &= (a + n\,d - d\,[P_{n-1,l-1}(a,d) + \ldots + P_{l-1,l-1}(a,d)] - \\ &- d\,[P_{n-2,l-1}(a,d) + \ldots + P_{l-1,l-1}(a,d)] - d\,[P_{n-3,l-1}(a,d) + \\ &+ \ldots + P_{l-1,l-1}(a,d)] - \ldots - d\,[P_{l,l-1}(a,d) + P_{l-1,l-1}(a,d)] - d\,P_{l-1,l-1}(a,d), \end{aligned}$$

e, cioè, precisamente la (11).

Prop. X. - *Si ha l'identità*

$$(12)\quad P_{n,l}(a,d) =$$

$$= d^{l-1}\sum_{h=1}^{l}\sum_{k=1}^{l-h+1}(-1)^{k-1}\,\sigma_{l,h,k}\binom{\frac{a}{d} + n + 1 - h - k}{l + 1 - h - k}\left[a\binom{n}{l-1+k} + d\binom{n}{l+k}\right].$$

Questa è anzitutto vera per $l = 1$, poichè, avendosi $\sigma_{1,1,1} = 1$, in tal caso si ha senz'altro la nota formola che fornisce la somma dei termini di una progressione aritmetica; dimostreremo che la (12) è vera in generale usando il metodo di induzione completa. Ammessa vera la (12) per $l-1$, ricorrendo alla formula (11) possiamo scrivere

$$P_{n,l}(a,d) =$$

$$\begin{aligned} &= (a + d\,n - d)\,d^{l-2}\sum_{h=1}^{l-1}\sum_{k=1}^{l-h}(-1)^{k-1}\,\sigma_{l-1,h,k}\sum_{s=0}^{n-l}\binom{\frac{a}{d} + n - h - k - s}{l - h - k}\left[a\binom{n-1-s}{l-2+k} + \right. \\ &\left. + d\binom{n-1-s}{l-1+k}\right] - d^{l-1}\sum_{h=1}^{l-1}\sum_{k=1}^{l-h}(-1)^{k-1}\,\sigma_{l-1,h,k}\sum_{t=0}^{n-l-1}\sum_{s=0}^{n-l-t-1}\binom{\frac{a}{d} + n - 1 - h - k - t - s}{l - h - k}\times \\ &\left[a\binom{n-2-t-s}{l-2+k} + d\binom{n-2-t-s}{l-1+k}\right]. \end{aligned}$$

Digitized by Google

Applicando l'identità (4) abbiamo

$$\sum_{s=0}^{n-l}\binom{\frac{a}{d}+n-h-k-s}{l-h-k}\left[a\binom{n-1-s}{l-2+k}+d\binom{n-1-s}{l-1+k}\right]=$$

$$=\binom{\frac{a}{d}+n-h-k}{l-h-k}\left[a\binom{n}{l-1+k}+d\binom{n}{l+k}\right]+$$

$$+\sum_{s=1}^{l-h-k}(-1)^s\binom{\frac{a}{d}+n-h-k}{l-h-k-s}\left[a\binom{n-1+s}{l-1+k+s}+d\binom{n-1+s}{l+k+s}\right]-$$

$$-\sum_{r=0}^{l-h-k}(-1)^r\binom{\frac{a}{d}+n-h-k-n+l}{l-h-k-r}\left[a\binom{n-1-n+l+r}{l-1+k+r}+\right.$$

$$\left.+d\binom{n-1-n+l+r}{l+k+r}\right];$$

osservando che

$$\binom{l-1+r}{l-1+k+r}=\binom{l-1+r}{l+k+r}=0,$$

e che, per la nota relazione (1)

$$\sum_{s=0}^{q}\binom{p}{n+s}\binom{q}{s}=\binom{p+q}{n+q},$$

è

$$\binom{n-1+s}{l-1+k+s}=\sum_{\tau=0}^{s-1}\binom{n}{l+k+\tau}\binom{s-1}{\tau}$$

e

$$\binom{n-1+s}{l+k+s}=\sum_{\tau=0}^{s-1}\binom{n}{l+1+k+\tau}\binom{s-1}{\tau},$$

abbiamo ancora

$$\sum_{s=0}^{n-l}\binom{\frac{a}{d}+n-h-k-s}{l-h-k}\left[a\binom{n-1-s}{l-2+k}+d\binom{n-1-s}{l-1+k}\right]=$$

---

(1) Cfr. Netto, loco citato, pag. 250, form. (21).

Digitized by Google

$$= \binom{\frac{a}{d} + n - h - k}{l - h - k} \left[a \binom{n}{l - 1 + k} + d \binom{n}{l + k} \right] +$$

$$+ \sum_{s=1}^{l-h-k} (-1)^s \binom{\frac{a}{d} + n - h - k}{l - h - k - s} \sum_{\tau=0}^{l-h-k-1} \left[a \binom{n}{l + k + \tau} + \right.$$

$$\left. + d \binom{n}{l + 1 + k + \tau} \right] \binom{s - 1}{\tau} = \binom{\frac{a}{d} + n - h - k}{l - h - k} \left[a \binom{n}{l - 1 + k} + d \binom{n}{l + k} \right] +$$

$$+ \sum_{\tau=0}^{l-h-k-1} \left[a \binom{n}{l + k + \tau} + d \binom{n}{l + 1 + k + \tau} \right] \sum_{s=1}^{l-h-k} (-1)^s \binom{\frac{a}{d} + n - h - k}{l - h - k - s} \binom{s-1}{\tau};$$

ponendo $l - h - k - s = \sigma$ si ha

$$\sum_{s=1}^{l-h-k} (-1)^s \binom{\frac{a}{d} + n - h - k}{l - h - k - s} \binom{s - 1}{\tau} =$$

$$= (-1)^{l-h-k} \sum_{\sigma=0}^{l-h-k-1} (-1)^\sigma \binom{\frac{a}{d} + n - h - k}{\sigma} \binom{l - h - k - 1 - \sigma}{\tau},$$

e da qui, ricorrendo alle identità [1]

$$\sum_{s=0}^{p} (-1)^s \binom{k}{s} \binom{p - s}{m} = \binom{p - k}{p - m},$$

e [2]

$$\binom{-x}{p} = (-1)^p \binom{x + p - 1}{p},$$

si trae

$$\sum_{s=1}^{l-h-k} (-1)^s \binom{\frac{a}{d} + n - h - k}{l - h - k - s} \binom{s - 1}{\tau} =$$

$$= (-1)^{l-h-k} \binom{l - n - \frac{a}{d} - 1}{l - h - k - 1 - \tau} = (-1)^{\tau+1} \binom{\frac{a}{d} + n - h - k - 1 - \tau}{l - h - k - 1 - \tau}$$

---

[1] Cfr. Netto, loco citato, pag. 252, form. (27).
[2] Cfr. Netto, loco citato, pag. 246, form. (1).

Digitized by Google

ed infine

$$\sum_{s=0}^{n-l}\binom{\frac{a}{d}+n-h-k-s}{l-h-k}\left[a\binom{n-1-s}{l-2+k}+d\binom{n-1-s}{l-1+k}\right]=$$

$$=\sum_{\tau=-1}^{l-h-k-1}(-1)^{\tau+1}\left[a\binom{n}{l+k+\tau}+\right.$$

(I)

$$\left.+d\binom{n}{l+1+k+\tau}\right]\binom{\frac{a}{d}+n-h-k-1-\tau}{l-h-k-1-\tau}=$$

$$=\sum_{\tau=0}^{l-h-k}(-1)^{\tau}\left[a\binom{n}{l-1+k+\tau}+d\binom{n}{l+k+\tau}\right]\binom{\frac{a}{d}+n-h-k-\tau}{l-h-k-\tau}.$$

Così pure in modo analogo troviamo che

$$\sum_{s=0}^{n-l-t-1}\binom{\frac{a}{d}+n-1-h-k-t-s}{l-h-k}\left[a\binom{n-2-t-s}{l-2+k}+d\binom{n-2-t-s}{l-1+k}\right]=$$

$$=\sum_{\tau=0}^{l-h-k}(-1)^{\tau}\left[a\binom{n-1-t}{l-1+k+\tau}+d\binom{n-1-t}{l+k+\tau}\right]\binom{\frac{a}{d}+n-1-t-h-k-\tau}{l-h-k-\tau}.$$

Possiamo quindi scrivere

$$P_{n,l}(a,d)=(a+n\,d-d)\,d^{l-2}\sum_{h=1}^{l-1}\sum_{k=1}^{l-h}(-1)^{k-1}\sigma_{l-1,h,k}\sum_{\tau=0}^{l-h-k}(-1)^{\tau}\left[a\binom{n}{l-1+k+\tau}+\right.$$

$$\left.+d\binom{n}{l+k+\tau}\right]\binom{\frac{a}{d}+n-h-k-\tau}{l-h-k-\tau}-$$

$$-d^{l-1}\sum_{h=1}^{l-1}\sum_{k=1}^{l-h}(-1)^{k-1}\sigma_{l-1,h,k}\sum_{\tau=0}^{l-h-k}\sum_{t=0}^{n-l-1}(-1)^{\tau}\left[a\binom{n-1-t}{l-1+k+\tau}+\right.$$

$$\left.+d\binom{n-1-t}{l+k+\tau}\right]\binom{\frac{a}{d}+n-1-t-h-k-\tau}{l-h-k-\tau}.$$

Operando in modo perfettamente analogo a quello tenuto per avere la (I) si ottiene

$$\sum_{t=0}^{n-l-1}\binom{\frac{a}{d}+n-1-h-k-\tau-t}{l-h-k-\tau}\left[a\binom{n-1-t}{l-1+k+\tau}+\right.$$

Digitized by Google

$$+ d\binom{n-1-t}{l+k+\tau}\Big] = \sum_{\pi=0}^{l-h-k-\tau} (-1)^{\pi}\Big[a\binom{n}{l+k+\tau+\pi} +$$

$$+ d\binom{n}{l+1+k+\tau+\pi}\Big]\binom{\frac{a}{d}+n-1-h-k-\tau-\pi}{l-h-k-\tau-\pi};$$

ed ancora

$$\sum_{\tau=0}^{l-h-k}\sum_{t=0}^{n-l-1}(-1)^{\tau}\Big[a\binom{n-1-t}{l-1+k+\tau} +$$

$$+ d\binom{n-1-t}{l+k+\tau}\Big]\binom{\frac{a}{d}+n-1-t-h-k-\tau}{l-h-k-\tau} =$$

$$= \sum_{\tau=0}^{l-h-k}\sum_{\pi=0}^{l-h-k-\tau}(-1)^{\pi+\tau}\Big[a\binom{n}{l+k+\tau+\pi} +$$

$$+ d\binom{n}{l+1+k+\tau+\pi}\Big]\binom{\frac{a}{d}+n-1-h-k-\tau-\pi}{l-h-k-\tau-\pi}$$

$$= \sum_{\tau'=0}^{l-h-k}(-1)^{\tau'}(\tau'+1)\Big[a\binom{n}{l+k+\tau'} +$$

$$+ d\binom{n}{l+1+k+\tau'}\Big]\binom{\frac{a}{d}+n-1-h-k-\tau'}{l-h-k-\tau'}.$$

Se poniamo $k+\tau = k+\tau' = k'$ ed osserviamo che k' varia da 1 ad $l-h$, abbiamo

$$P_{n,l}(a,d) = d^{l-2}\sum_{h=1}^{l-1}\sum_{k'=1}^{l-h}(-1)^{k'-1}\Big[a\binom{n}{l-1+k'} +$$

$$+ d\binom{n}{l+k'}\Big]\binom{\frac{a}{d}+n-h-k'}{l-h-k'}(a+dn-d)\sum_{\tau=0}^{k'-1}\sigma_{l-1,h,k'-\tau} -$$

$$- d^{l-1}\sum_{h=1}^{l-1}\sum_{k'=1}^{l-h}(-1)^{k'-1}\Big[a\binom{n}{l+k'} +$$

$$+ d\binom{n}{l+1+k'}\Big]\binom{\frac{a}{d}+n-1-h-k'}{l-h-k'}\sum_{\tau'=0}^{k'-1}(\tau'+1)\sigma_{l-1,h,k'-1},$$

Digitized by Google

ed ancora, ponendo

$$a + d\,n - d = d\left(\frac{a}{d} + n + 1 - h - k + h + k - 2\right),$$

$$P_{n,l}(a, d) = d^{l-1} \sum_{h=1}^{l-1} \sum_{k=1}^{l-h} (-1)^{k-1} \left[a \binom{n}{l-1+k} + \right.$$

$$\left. + d \binom{n}{l+k} \right] \left[\binom{\frac{a}{d} + n + 1 - h - k}{l+1-h-k} (l+1-h-k) + \right.$$

$$\left. + (h+k-2) \binom{\frac{a}{d} + n - h - k}{l-h-k} \right] \sum_{\tau=0}^{k-1} \sigma_{l-1,h,k-\tau} +$$

$$+ d^{l-1} \sum_{h=1}^{l-1} \sum_{k=2}^{l-h+1} (-1)^{k-1} \left[a \binom{n}{l-1+k} + \right.$$

$$\left. + d \binom{n}{l+k} \right] \binom{\frac{a}{d} + n - h - k}{l+1-h-k} \sum_{\tau'=0}^{k-2} (\tau' + 1)\, \tau_{l-1,h,k-1-\tau'},$$

e da qui, notando che

$$\binom{\frac{a}{d} + n - h - k}{l+1-h-k} = \binom{\frac{a}{d} + n + 1 - h - k}{l+1-h-k} - \binom{\frac{a}{d} + n - h - k}{l-h-k}$$

e ponendo $\tau' + 1 = \tau$,

$$P_{n,l}(a, d) = d^{l-1} \sum_{h=1}^{l-1} \sum_{k=1}^{l-h+1} (-1)^{k-1} \left[a \binom{n}{l-1+k} + \right.$$

$$\left. + d \binom{n}{l+k} \right] \left\{ \binom{\frac{a}{d} + n + 1 - h - k}{l+1-h-k} (l+1-h-k+\tau) \sum_{\tau=0}^{k-1} \sigma_{l-1,h,k-\tau} + \right.$$

$$\left. + \binom{\frac{a}{d} + n - h - k}{l-h-k} (h+k-2-\tau) \sum_{\tau=0}^{k-1} \sigma_{l-1,h,k-\tau} \right\} =$$

$$= d^{l-1} \sum_{h=1}^{l-1} \sum_{k=1}^{l-h+1} (-1)^{k-1} \left[a \binom{n}{l-1+k} + \right.$$

$$\left. + d \binom{n}{l+k} \right] \binom{\frac{a}{d} + n + 1 - h - k}{l+1-h-k} (l+1-h-k+\tau) \sum_{\tau=0}^{k-1} \sigma_{l-1,h,k-\tau} +$$

Digitized by Google

$$+ d^{l-1} \sum_{h=2}^{l} \sum_{k=1}^{l-h+1} (-1)^{k-1} \left[a \binom{n}{l-1+k} + \right.$$

$$\left. + d \binom{n}{l+k} \right] \binom{\frac{a}{d} + n + 1 - h - k}{l + 1 - h - k} (h + k - 3 - \tau) \sum_{\tau=0}^{k-1} \sigma_{l-1,h-1,k-\tau};$$

osservando ora che dalla definizione dei simboli $\sigma_{m,h,k}$ risulta che per $h = 1$ è $\sigma_{l-1,1-1,k-\tau} = 0$, e che per $h = l$ e quindi $k = 1$, $\tau = 0$ è $\sigma_{l-1,l-1} = 0$ (v. coroll. I° della prop. VI), applicando l'identità (9) si trae infine la (12).

Prop. XI. - *La formazione binomiale*

$$a \binom{n}{h} + d \binom{n}{h+1}, \quad (h > 0);$$

soddisfa alla relazione

$$(13) \qquad a \binom{n}{h} + d \binom{n}{h+1} = d \binom{\frac{a}{d} + n}{h+1} +$$

$$+ d \sum_{t=1}^{h} (-1)^t \, t \binom{\frac{a}{d} + t - 1}{t+1} \binom{\frac{a}{d} + n}{h-t}.$$

Infatti si ha

$$d \sum_{t=1}^{h} (-1)^t \, t \binom{\frac{a}{d} + t - 1}{t+1} \binom{\frac{a}{d} + n}{h-t} =$$

$$= d \sum_{t=1}^{h} (-1)^t \, (t+1) \binom{\frac{a}{d} + t - 1}{t+1} \binom{\frac{a}{d} + n}{h-t} - d \sum_{t=1}^{h} (-1)^t \binom{\frac{a}{d} + t - 1}{t+1} \binom{\frac{a}{d} + n}{h-t} =$$

$$= d \sum_{t=1}^{h} (-1)^t \left(\frac{a}{d} - 1 \right) \binom{\frac{a}{d} + t - 1}{t} \binom{\frac{a}{d} + n}{h-t} + d \sum_{t=2}^{h+1} (-1)^t \binom{\frac{a}{d} - 2 + t}{t} \binom{\frac{a}{d} + n}{h+1-t},$$

ossia, ricorrendo alla nota identità già ricordata nella dimostrazione della prop. II,

$$d \sum_{t=1}^{h} (-1)^t \, t \binom{\frac{a}{d} + t - 1}{t+1} \binom{\frac{a}{d} + n}{h-t} = d \left(\frac{a}{d} - 1 \right) \left[\binom{\frac{a}{d} + n - \frac{a}{d}}{h} - \right.$$

Digitized by Google

$$-\binom{\frac{a}{d}+n}{h}\Big]+d\Big[\binom{\frac{a}{d}+n-\frac{a}{d}+1}{h+1}+\left(\frac{a}{d}-1\right)\binom{\frac{a}{d}+n}{h}-\binom{\frac{a}{d}+n}{h+1}\Big]=$$

$$=(a-d)\Big[\binom{n}{h}-\binom{\frac{a}{d}+n}{h}\Big]+d\binom{n+1}{h+1}+(a-d)\binom{\frac{a}{d}+n}{h}-$$

$$-d\binom{\frac{a}{d}+n}{h+1}=a\binom{n}{h}+d\Big[\binom{n+1}{h+1}-\binom{n}{h}\Big]-d\binom{\frac{a}{d}+n}{h+1}.$$

Alcune congruenze aritmetiche.

5. — Il simbolo $\varrho_{n,k}$ che per $k=1$ è uguale a $(n-1)!$ [v. form. (5''')] e che per $k=2$ è evidentemente [v. form. (5''')] esprimibile con

$$(15)\qquad \varrho_{n,2}=(n-1)!\sum_{h=1}^{n-1}\frac{h+2}{h}=(n-1!\,(n-1)+2\,(n-1)!\sum_{h=1}^{n-1}\frac{1}{h}=$$

$$=(n-1)!\,(n-1)+2\,P_{n-1,\,n-2}^{(1,1)},$$

quando è $k>2$ può essere espresso nel seguente modo

$$\left.\begin{aligned}
&\varrho_{n,k}=(n-1)!\sum_{h_1;\ldots;h_{k-2}}\frac{(h_1+2)\ldots(h_1+\ldots+h_{k-2}+k-1)}{h_1\ldots(h_1+\ldots+h_{k-2})}\sum_{h_{k-1}=1}^{n-1-h_1-\ldots-h_{k-2}}\frac{h_1+\ldots+h_{k-1}+k}{h_1+\ldots+h_{k-1}}\\
&=(n-1)!\sum_{h_1;\ldots;h_{k-2}}\frac{(h_1+2)\ldots(h_1+\ldots+h_{k-2}+k-1)}{h_1\ldots(h_1+\ldots+h_{k-2})}\Big[n-1-h_1-\ldots-h_{k-2}+\\
&\quad+k\Big(\frac{1}{1}+\ldots+\frac{1}{h_1+\ldots+h_{k-2}}+\frac{1}{h_1+\ldots+h_{k-2}+1}+\\
&\quad+\ldots+\frac{1}{h_1+\ldots+h_{k-2}+n-1-h_1-\ldots-h_{k-2}}\Big)-k\Big(\frac{1}{1}+\ldots+\frac{1}{h_1+\ldots+h_{k-2}}\Big)\Big]=\\
&=(n-1)!\sum_{h_1;\ldots;h_{k-2}}\frac{(h_1+2)\ldots(h_1+\ldots+h_{k-2}+k-1)}{h_1\ldots(h_1+\ldots+h_{k-2})}\Big(n-1-h_1-\ldots-h_{k-2}+\\
&\quad+k\,\frac{P_{n-1,\,n-2}(1,1)}{(n-1)!}-k\,\frac{P_{h_1+\ldots+h_{k-2},\,h_1+\ldots+h_{k-2}-1}(1,1)}{(h_1+\ldots+h_{k-2})!}\Big),
\end{aligned}\right\}\quad(5')$$

Digitized by Google

l'ultima sommatoria essendo estesa a tutti i sistemi di numeri interi positivi soddisfacenti alle condizioni

$$(16) \qquad \begin{cases} h_1 \leq n+1-k;\ h_2 \leq n+2-k-h_1;\ldots \\ h_{k-2} \leq n-2-h_1-\ldots-h_{k-3}. \end{cases}$$

Dall'identità $\varrho_{n,1} = (n-1)!$ e dalle (15) e (15') risulta immediatamente che nella composizione delle espressioni $\varrho_{n,k}$ compaiono le formazioni $P_{r,r-1}(1,1)$, variando r da $k-2$ ad $n-1$.

Dato il modo con cui sono stati definiti i simboli $\sigma_{m,h,k}$ [vedi le formole (8'') e (8''')], è evidente che, se m, a, d sono numeri interi, ogni congruenza relativa al mod q cui soddisfi il numero $P_{m,l}(a,d)$ si traduce, mediante l'identità (12), in una congruenza relativa allo stesso mod q che lega fra loro le formazioni $P_{r,r-1}(1,1)$.

Negli articoli seguenti cercheremo di trarre alcune congruenze relative al mod q, supposto q primo dispari, cui soddisfacciano i numeri $P_{r,r-1}(1,1)$, servendoci di congruenze già note riflettenti i numeri stessi.

6. — Consideriamo la potenza q^{ma} fattoriale di x [1]

$$x^{\overline{q}} = x(x+1)(x+2)\ldots(x+q-1),$$

da alcuni autori chiamata semplicemente fattoriale [2]; si ha evidentemente

$$(17) \qquad x^{\overline{q}} = x^q + \sum_{i=1}^{q-1} P_{q-1,i}(1,1)\, x^{q-i}.$$

Quando q è un numero primo dispari, Lagrange ha stabilito per i coefficienti $P_{q-1,i}$ della (17) le seguenti congruenze [3].

$$(18) \qquad P_{q-1,i}(1,1) \equiv 0 \pmod q \quad 1 \leq i \leq q-2;$$

---

[1] Cfr. Capelli, Istituzioni di analisi algebrica, IV ediz., Napoli, Pellerano; 1909; Cap. VII; §. 4°; art. 611, pag. 275.

[2] Cfr., ad. es., Nielsen, loco citato; Cap. II, §. 7°; pag. 20. Noi riserbiamo, all'uso italiano, la designazione di fattoriali per i simboli $k! = 1, 2 \ldots k$.

[3] Nouveaux Mémoires de l'Académie de Berlin; t. 2; 1771-1773; pag. 125-137. Per la dimostrazione delle (18) cfr. anche: Nielsen, loco citato: Cap. XVII, §. 79, pag. 326, e §. 80, pag. 330; ed anche: Tchebichef. Teoria delle congruenze; trad. italiana di Iginia Massarini; Roma, Loescher; 1895; Cap. III; art. 22, pag. 46.

Digitized by Google

Nielsen inoltre ha stabilito le congruenze [1]

$$(19) \qquad P_{q-1,2r+1}(1, 1) \equiv 0 \pmod{q^2}\ 1 \leq r \leq \frac{q-3}{2}.$$

Dalle congruenze (18) e (19) trarremo altre congruenze servendoci dell'identità (12).

7. — Lemma I. - *Se* q *è un numero primo dispari e* d *è un numero primo con* q, *allora* q *termini consecutivi della progressione aritmetica che ha per primo termine un numero qualunque* a *e per ragione* d *formano un sistema di numeri incongrui due a due* [2] *rispetto al* mod q.

Infatti, rappresentati con

$$a + h\,d,\ a + (h+1)\,d,\ \ldots,\ a + [h + (q-1)]\,d,$$

q termini consecutivi della progressione, si vede subito che la differenza di due qualunque di essi non è mai divisibile per q.

Lemma II. - *Se* q *è un numero primo dispari, e* d *è un numero primo con* q, *si hanno le congruenze, qualunque sia il numero* a:

$$(20) \qquad P_{q,i}(a, d) \equiv 0 \pmod{q}\ 1 \leq i \leq q-2.$$

Infatti i numeri $a, a+d, \ldots, a+(q-1)d$, causa il lemma precedente, formano un sistema di numeri incongrui due a due rispetto al mod q; possiamo quindi porre

$$a + l\,d = A_l\,q + N_l\ ,\ (l = 0, 1, \ldots, q-1),$$

ove i numeri $N_0, N_1, \ldots, N_{q-1}$, a meno dell'ordine, coincidono coi numeri $0, 1, \ldots, q-1$. È chiaro allora che

$$P_{q,i}(a, d) \equiv P_{q,i}(0, 1) \equiv P_{q-1,i}(1, 1) \pmod{q},$$

e da qui, causa le (18), si ottiene per l'appunto la proposizione enunciata.

Osservaz. II. - Tanto le congruenze di Lagrange (18) quanto le congruenze (20), quando sia $i \leq \frac{q-1}{2}$, sono una conse-

[1] Nielsen, loco citato; Cap. XVII, §. 79, pag. 326 e §. 80, pag. 330.

[2] Diremo che due numeri a e b sono incongrui tra loro rispetto al mod q, quando la differenza a-b non è divisibile per q.

Digitized by Google

guenza immediata dell'identità (12). Infatti, ammesso

$$i \leq \frac{q-1}{2}, \text{ e posto } i = \frac{q-1}{2} - p \left(p = 0, 1, ..., \frac{q-3}{2}\right),$$

dalla (12) si ricava

$$P_{q,\,\frac{q-1}{2}-p}(a, d) =$$

$$= d^{\frac{q-3}{2}-p} \sum_{h=1}^{\frac{q-1}{2}-p} \sum_{k=1}^{\frac{q+1}{2}-p-h} (-1)^{k-1} \binom{\frac{a}{d}+q+1-h-k}{\frac{q+1}{2}-p-h-k} \left[a \binom{q}{\frac{q-3}{2}-p+k} + d \binom{q}{\frac{q-1}{2}-p+k} \right] \sigma_{\frac{q-1}{2}-p,h,k};$$

siccome i numeri $\frac{q-3}{2} - p + k$ e $\frac{q-1}{2} - p + k$ non possono mai essere zero nè superare $q-1$, ne risulta che il binomio

$$a \binom{q}{\frac{q-3}{2}-p+k} + d \binom{q}{\frac{q-1}{2}-p+k}$$

è sempre divisibile per q, e quindi che è sempre divisibile per q anche $P_{q,\,\frac{q-1}{2}-p}(a, d)$.

8. — Prop. XII. - *Se* q *è un numero primo dispari, e* p *è un numero positivo* $< \frac{q-1}{2}$, *si hanno le congruenze*

$$(21) \quad \left(\frac{q+3}{2} - p\right) \sigma_{\frac{q-1}{2}+p,\, 2p-1,\, \frac{q+3}{2}-p} + \sigma_{\frac{q-1}{2}+p,\, 2p,\, \frac{q+1}{2}-p} \equiv 0 \pmod q,$$

$$(21') \quad \left(\frac{q+3}{2} - p\right) \varrho_{\frac{q-3}{2}+p,\, \frac{q+1}{2}-p} + \varrho_{\frac{q-3}{2}+p,\, \frac{q-1}{2}-p} \equiv 0 \pmod q.$$

Digitized by Google

Infatti dalle congruenze (20) e dall'identità (12) ricaviamo

$$P_{q,\,\frac{q-1}{2}+p}\left(p-\frac{q+3}{2},\,1\right)=\sum_{k=1}^{\frac{q-1}{2}+p}(-1)^{k-1}\left[\left(p-\frac{q+3}{2}\right)\binom{q}{\frac{q-3}{2}+p+k}+\right.$$

$$\left.+\binom{q}{\frac{q-1}{2}+p+k}\right]\sum_{h=1}^{\frac{q+1}{2}+p-k}\sigma_{\frac{q-1}{2}+p,\,h,\,k}\binom{\frac{q-1}{2}+p-h-k}{\frac{q+1}{2}+p-h-k}\equiv 0\ (\mathrm{mod}\ q)\,;$$

poichè il binomio

$$\left(p-\frac{q+3}{2}\right)\binom{q}{\frac{q-3}{2}+p+k}+\binom{q}{\frac{q-1}{2}+p+k}$$

è zero per $k>\frac{q+3}{2}-p$, è divisibile per q per $k<\frac{q+1}{2}-p$,

ed è uguale a $p-\frac{q+3}{2}$ e $\equiv 1$ rispettiv. per $k=\frac{q+3}{2}-p$

e $k=\frac{q+1}{2}-p$, si ha

$$(-1)^{\frac{q+1}{2}-p}\left[\left(p-\frac{q+3}{2}\right)\sum_{h=1}^{2p-1}\sigma_{\frac{q-1}{2}+p,h,\,\frac{q+3}{2}-p}\binom{2p-2-h}{2p-1-h}-\right.$$

$$\left.-\sum_{h=1}^{2p}\sigma_{\frac{q-1}{2}+p,h,\,\frac{q+1}{2}-p}\binom{2p-1-h}{2p-h}\right]\equiv 0\ (\mathrm{mod}\ q),$$

e da qui, poichè

$$\binom{2p-2-h}{2p-1-h}=\begin{cases}0\text{ per }h<2p-1\\1\text{ per }h=2p-1\end{cases},\quad\binom{2p-1-h}{2p-h}=\begin{cases}0\text{ per }h<2p\\1\text{ per }h=2p\end{cases},$$

si trae precisamente la (21). Sostituendo poi alle formazioni

$$\sigma_{\frac{q-1}{2}+p,2p-1,\,\frac{q+3}{2}-p}\quad\text{e}\quad\sigma_{\frac{q-1}{2}+p,2p,\,\frac{q+1}{2}-p}$$

le espressioni fornite dalle formole (8'') ed (8'''), si ottengono le (21').

Prop. XIII. - *Se* q *è un numero primo dispari, si hanno le congruenze*

(22) $$\varrho_{q-k,\,k}\equiv 0\pmod q\quad(k>1).$$

Digitized by Google

Infatti, sommando la (21') membro a membro con l'identità

$$\left(\frac{q-3}{2}+p\right)\varrho_{\frac{q-3}{2}+p,\ \frac{q+1}{2}-p}+(q-1)\varrho_{\frac{q-3}{2}+p,\ \frac{q-1}{2}-p}=\varrho_{\frac{q-1}{2}+p,\ \frac{q+1}{2}-p},$$

ricavata dalla (7), abbiamo

$$\varrho_{\frac{q-1}{2}+p,\ \frac{q+1}{2}-p}\equiv 0 \pmod q;$$

se qui poniamo $p=\frac{q+1}{2}-k$, e ricordiamo che $0<p\leq\frac{q-3}{2}$, si ottiene precisamente $\varrho_{q-k,k}\equiv 0 \pmod q$, k variando da 2 a $\frac{q-1}{2}$; notando ancora che per $k>\frac{q-1}{2}$ si ha $q-k<k$ e, quindi, [cfr. formola (5)] $\varrho_{q-k,k}=0$, si trae la validità generale della (22).

Prop. XIV. - *Se* q *è un numero primo dispari, si hanno le congruenze*

$$\varrho_{q-k,\,k+h}\equiv 0 \pmod q,\ (h\geq 1,\ k\geq 1). \tag{23}$$

Queste congruenze sono anzitutto vere per $h=1$; infatti, in tal caso, indicato con k' un qualunque numero maggiore di 1, dall'identità (7) e dalla (21) si trae

$$\varrho_{q+1-k',\,k'}=(q-k')\,\varrho_{q-k',\,k'}+q\,\varrho_{q-k',\,k'-1}\equiv 0 \pmod q$$

e quindi, ponendo $k'=k+1$, si ha

$$\varrho_{q-k,\,k+1}\equiv 0 \pmod q,\ (k=1,2,\ldots).$$

Usando il procedimento di induzione completa, ed ammesso

$$\varrho_{q-k,\,k+h''}\equiv 0 \pmod q\ (1\leq h''\leq h),$$

in generale abbiamo per $k'>1$

$$\varrho_{q+1-k',\,k'+h}=(q-k')\,\varrho_{q-k',\,k'+h}+(q+h)\,\varrho_{q-k',\,k'+h-1}\equiv 0 \pmod q;$$

da qui, ponendo $k'=k+1$, si trae $\varrho_{q-k,\,k+h+1}\equiv 0 \pmod q$.

Prop. XV. - *Se* q *è un numero primo dispari, si hanno le congruenze*

$$\varrho_{q+k,\,3+k+h}\equiv 0 \pmod q,\ h\geq 0,\ k\geq 0. \tag{24}$$

Queste sono vere per $k=0$, poichè in tal caso si ha, causa la (7) e le (23),

$$\varrho_{q,\,3+h}=(q-1)\,\varrho_{q-1,\,3+h}+(q+2+h)\,\varrho_{q-1,\,2+h}\equiv 0 \pmod q;$$

Digitized by Google

in generale, il procedimento di induzione completa, ammesse le congruenze vere pei numeri $< k+1$, ci dà

$$\varrho_{q+k+1,3+k+1+h} = (q+k)\,\varrho_{q+k,3+k+h+1} + (q+2k+h+4)\,\varrho_{q+k,3+h+k} \equiv 0 \pmod q.$$

9. — Prop. XVI. - *Se* q *è un numero primo* > 3, *si hanno le congruenze*

$$(25) \qquad \frac{2\,\varrho_{q-2,2}}{q} + 3\cdot 7\,(q-4)! \equiv 0 \pmod q,$$

$$(25') \qquad \frac{2\,(q-3)!\,(q-3) + 4\,P_{q-3,q-4}(1,1)}{q} + 3\cdot 7\,(q-4)! \equiv 0 \pmod q.$$

Infatti, poichè i primi q termini della progressione aritmetica che ha -3 per primo termine ed 1 per ragione sono $-3, -2, -1, 0, 1, \ldots, q-4$ ossia $-q+q-3, -q+q-2, -q+q-1, 0, 1, 2, \ldots, q-4$, si ha

$$\begin{aligned} P_{q,q-2}(-3,1) &= (-q+q-3)(-q+q-2)(-q+q-1)\,P_{q-4,q-5}(1,1) + \\ &+ [(-q+q-3)(-q+q-2) + (-q+q-2)(-q+q-1) + \\ &+ (-q+q-1)(-q+q-3)]\,(q-4)! \\ &\equiv -q\,[(q-2)(q-1) + (q-1)(q-3) + (q-3)(q-2)]\,P_{q-4,q-5}(1,1) + \\ &+ (q-3)(q-2)(q-1)\,P_{q-4,q-5}(1,1) - 2\cdot q\,(q-3+q-2+q-1)\cdot(q-4)! \\ &+ [(q-3)(q-2) + (q-2)(q-1) + (q-1)(q-3)]\cdot(q-4)! \pmod{q^2}, \end{aligned}$$

ossia, poichè

$$\begin{aligned} &(q-3)(q-2)(q-1)\,P_{q-4,q-5}(1,1) + [(q-3)(q-2) + \\ &+ (q-2)(q-1) + (q-1)(q-3)]\cdot(q-4)! \end{aligned}$$

non è altro che $P_{q-1,q-2}(1,1)$ il quale, causa le (19), è $\equiv 0 \pmod{q^2}$, abbiamo ancora

$$P_{q,q-2}(-3,1) \equiv -11\cdot q\cdot P_{q-4,q-5}(1,1) + 12\,q\,(q-4)! \pmod{q^2};$$

da qui si ottiene

$$\begin{aligned} (q-1)(q-2)(q-3)\,P_{q,q-2}(-3,1) &\equiv -11\cdot q\,(q-1)(q-2)(q-3)\,P_{q-4,q-5}(1,1) - \\ &- 11\cdot q\,[(q-3)(q-2) + (q-2)(q-1) + (q-1)(q-2)]\,(q-4)! \\ &+ 11\cdot q\cdot[(q-3)(q-2) + (q-2)(q-1) + \\ &+ (q-1)(q-2)]\cdot(q-4)! + 12\,q\,(q-1)! \pmod{q^2}, \end{aligned}$$

ed ancora, poichè la somma dei primi due termini a secondo membro è $-11\cdot q\cdot P_{q-1,q-2}(1,1) \equiv 0 \pmod{q^3}$,

$$\begin{aligned} (q-1)(q-2)(q-3)\,P_{q,q-2}(-3,1) &\equiv q\cdot 11^2\,(q-4)! + \\ &+ 12\,q\,(q-4)!\,(q-3)(q-2)(q-1) \pmod{q^2}, \end{aligned}$$

Digitized by Google

ossia

$$(q-1)(q-2)(q-3)\,P_{q,\,q-2}(-3,1) \equiv 49\cdot q\cdot(q-4)!\pmod{q^2}.$$

Sostituendo a $P_{q,\,q-2}(-3,1)$ l'espressione fornita dalla (12) abbiamo

$$(q-1)(q-2)(q-3)\sum_{k=1}^{q-2}(-1)^{k-1}\left[-3\binom{q}{q-3+k}+\right.$$
$$\left.+\binom{q}{q-2+k}\sum_{h=1}^{q-1-k}\sigma_{q-2,\,h,\,k}\binom{q-2-h-k}{q-1-h-k}\right]\equiv$$
$$\equiv 49\cdot q\cdot(q-4)!\pmod{q^2},$$

e da qui, poichè per $k>3$ è $\binom{q}{q-3+k}=\binom{q}{q-2+k}=0$ e per $h>1$ è $\sigma_{q-2,\,h,\,1}=0$ [cf. coroll. I° all'art. 3], otteniamo

$$(q-1)(q-2)(q-3)\left\{\left[-3\binom{q}{2}+q\right]\sigma_{q-2,\,1,\,1}\binom{q-4}{q-3}-\right.$$
$$-(-3q+1)\sum_{h=1}^{q-3}\sigma_{q-2,\,h,\,2}\binom{q-4-h}{q-3-h}-$$
$$\left.-3\sum_{h=1}^{q-4}\sigma_{q-2,\,h,\,3}\binom{q-5-h}{q-4-h}\right\}\equiv 49\cdot q\cdot(q-4)!,\pmod{q^2},$$

ossia, sostituendo a $\sigma_{q-2,\,1,\,1}$, $\sigma_{q-2,\,h,\,2}$ e $\sigma_{q-2,\,h,\,3}$ le espressioni date dalle (8″) e (8‴), e notando che essendo $q\geq 5$, si ha

$$\binom{q-4}{q-3}=0,\ \binom{q-4-h}{q-3-h}=0 \text{ per } h<q-3 \text{ e } \binom{q-5-h}{q-4-h}=0$$

per $h<q-4$, ancora

$$(q-1)(q-2)(q-3)\left[(3q-1)\varrho_{q-3,\,1}-3\varrho_{q-3,\,2}\right]\equiv$$
$$\equiv 49\cdot q\,(q-4)!\pmod{q^2};$$

sottraendo membro a membro questa congruenza dalla seguente identità

$$(q-1)(q-2)(q-3)\left[(q-1)\varrho_{q-3,\,1}+(q-3)\varrho_{q-3,\,2}\right]=$$
$$=(q-1)(q-2)(q-3)\,\varrho_{q-2,\,2},$$

facilmente ricavabile dalla (7), abbiamo

$$(q-1)(q-2)(q-3)\,(q\,\varrho_{q-3,\,2}-2q\,\varrho_{q-3,\,1})\equiv$$
$$\equiv(q-1)(q-2)(q-3)\,\varrho_{q-2,\,2}-49\cdot q\cdot(q-4)!\pmod{q^2},$$

Digitized by Google

e da qui, ricordando che per la (22) è $\varrho_{q-2,2} \equiv 0 \pmod q$,

$$6\,(\varrho_{q-3,2} - 2\,\varrho_{q-3,1}) \equiv \frac{6\,\varrho_{q-2,2}}{q} + 49\,(q-4)!\pmod q;$$

sommando infine membro a membro questa congruenza con la seguente

$$(2q-6)\,\varrho_{q-3,2} + (2q-2)\,\varrho_{q-3,1} \equiv 0 \pmod q,$$

ricavabile dall'identità (7) e dalle congruenze (22), ricaviamo

$$-14\,\varrho_{q-3,1} \equiv \frac{6\,\varrho_{q-2,2}}{q} + 49\,(q-4)!\pmod q,$$

ed ancora, sostituendo $\varrho_{q-3,1}$ con $(q-4)!$ [cfr. formola (5''')], la (25). Dalla (25) si ottiene poi la (25') ricorrendo all'identità (15).

Coroll. III. - *Se* q *è un numero primo* > 3 *e* $\neq 7$, *si hanno le congruenze*

$$\varrho_{q-2,2} \equiv 0 \pmod q \text{ e non mod } q^2 \tag{26}$$

$$2\,P_{q-3,q-4}(1,1) \equiv -(q-3)!\,(q-3) \pmod q \text{ e non mod } q^2. \tag{26'}$$

Genova, Maggio 1926.

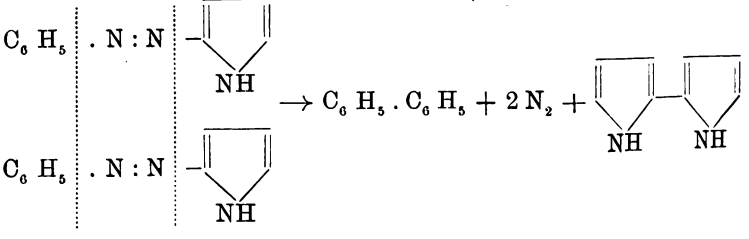
Digitized by Google

ISTITUTO DI FARMACOLOGIA DELLA R. UNIVERSITÀ DI GENOVA
(DIRETTORE PROF. A. BENEDICENTI)

RASTELLI G.

SCOMPOSIZIONE PIROGENICA DELL' OSSIAZOBENZOLO

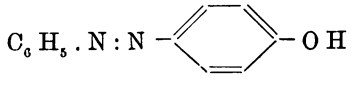
Si è visto in ricerche precedenti (1) che il benzolazopirrolo riscaldato al disopra del suo punto di fusione subisce una scomposizione che venne rappresentata con lo schema seguente:



È noto altresì che i pirroli hanno delle strette analogie chimiche con i fenoli; analogie che si rendono evidenti dal confronto di molte reazioni, che tanto i fenoli quanto i pirroli presentano in modo corrispondente.

Si potrebbe perciò pensare che anche la scomposizione pirogenica dell'ossiazobenzolo possa trovare delle rassomiglianze in quella del benzolazopirrolo.

L'ossiazobenzolo:



(1) RASTELLI G. e BOTTINI M. T., *Scomposizione pirogenica del benzolazopirrolo.* Atti Soc. Ligust. Vol. IV, 1.

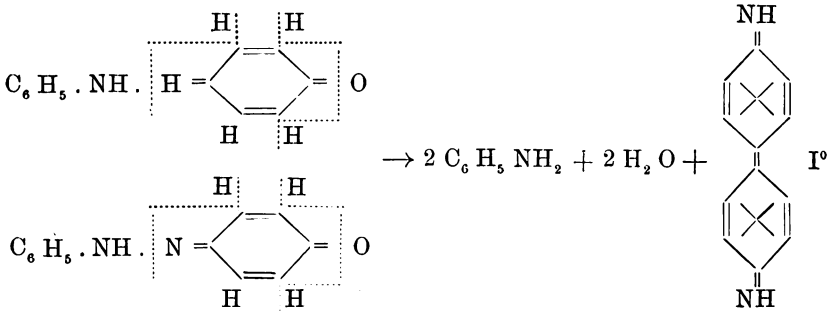
Digitized by Google

(ottenuto la prima volta da Gries) (1) riscaldato al disopra del suo punto di fusione, si scompone dando luogo alla formazione di parecchi prodotti tra i quali: azoto, difenile, acqua, anilina, ossima del chinone, e una sostanza carboniosa che si presenta in scagliette nere, lucide e di aspetto assai simile a quello della grafite naturale. Questa sostanza è insolubile in tutti i solventi, contiene rilevanti quantità di azoto, non brucia all'aria neppure se arroventata su lamina di platino, e brucia assai lentamente in atmosfera di ossigeno.

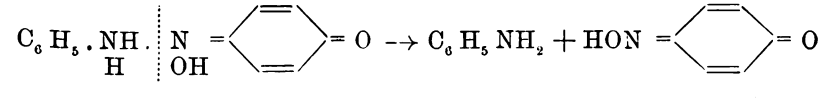
All'analisi diede per il carbonio e per l'idrogeno dei numeri corrispondenti con quelli richiesti da un composto della formula C_6NH.

Poichè le proprietà chimiche e fisiche che la sostanza in discorso possiede la fanno rassomigliare assai strettamente, come sopra è accennato, alla grafite naturale, così crederei poter ritenere probabile per il nuovo composto un elevato grado di polimerizzazione.

Uno schema di reazione che può spiegare la formazione dell'anilina, dell'acqua e della sostanza grafitoide dalla scomposizione dell'ossiazobenzolo potrebbe essere il seguente, e mi pare che possa anche dare sufficiente indizio sopra la costituzione della nuova grafite.



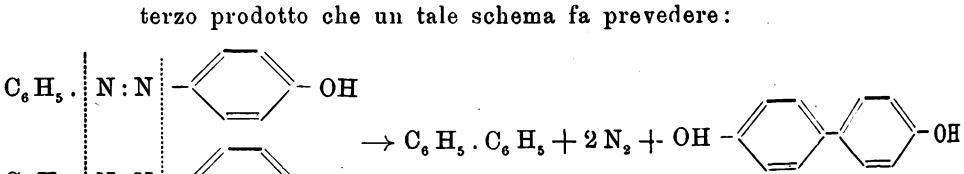
Con azione dell'acqua (formatasi in questa reazione) sopra l'ossiazobenzolo ancora inalterato, si potrebbe spiegare la formazione della ossima del chinone che solo in piccolissima quantità ho potuto notare fra i prodotti della composizione pirogenica in oggetto. La reazione si potrebbe così esprimere:



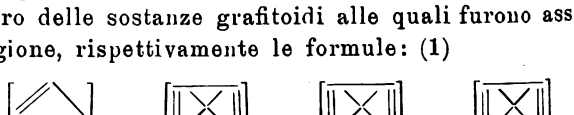
(1) A. 137, 84.

Digitized by Google

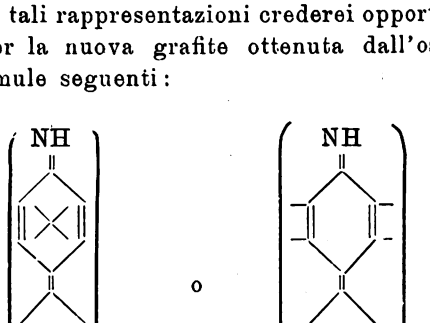
La formazione invece dell'azoto e del difenile potrebbe trovare spiegazione in una reazione corrispondente a quella soprascritta e che si riferisce alla scomposizione pirogenica del benzolazopirrolo. Non mi è stato possibile però isolare il terzo prodotto che un tale schema fa prevedere:



Nei riguardi della grafite sudescritta mi pare utile far notare che anche per scomposizione dell'esaiodobenzolo, del tetraiodopirrolo, del tetraiodotiofene, del tetraiodofurano, si ottennero delle sostanze grafitoidi alle quali furono assegnate, con ragione, rispettivamente le formule: (1)



Riferendomi a tali rappresentazioni crederei opportuno ritenere giustificata per la nuova grafite ottenuta dall'ossiazobenzolo una delle formule seguenti:



Come si vede la scomposizione studiata non sembra molto semplice e le quantità di sostanze ottenute fanno pensare che

(1) H. Pauly, B. 46-3129, R. Ciusa Gazz. chim. Ital. 52, II, 130; 53-386.

Digitized by Google

la reazione principale sia quella che conduce alla formazione della grafite. Le altre reazioni si compiono in misura assai limitata e forniscono solo delle piccole quantità di prodotti.

La formazione della sostanza grafitoide, dell'anilina, e dell'acqua, si è spiegata con la reazione espressa dallo schema I°, nel quale si è considerata per l'ossiazobenzolo la formula di costituzione chinonico-idrazonica.

Se si considera invece per tale sostanza la forma benzoide, sembra che la rappresentazione della reazione diventi assai meno agevole.

Nello studio delle reazioni sudescritte la costituzione chinoide degli ossiazocomposti potrebbe pertanto trovare un appoggio.

La presenza dell'idrogeno mobile negli ossiazoderivati produce come si è visto una notevole complicazione nei riguardi della scomposizione pirogenica di tali sostanze, in quanto che esso determina in queste una costituzione chinoide. Ho in corso alcune ricerche dirette a studiare la scomposizione pirogenica dell'etere metilico dell'ossiazobenzolo e ciò allo scopo di avere un ossiazocomposto a costituzione sicuramente benzoide. Tale studio, che mi pare non privo di interesse formerà oggetto di una prossima nota.

Parte sperimentale.

Scomposizione pirogenica dell'ossiazobenzolo. — La sostanza accuratamente seccata e polverizzata (gr. 5) venne messa in un palloncino da distillazione frazionata e riscaldata gradatamente a bagno di sabbia. In un primo tempo si osserva il passaggio d'acqua e di gocciole oleose che ho riconosciuto per anilina (cloridrato, benzoilderivato). Si nota contemporaneamente lo svolgimento di gas che si può riconoscere per azoto. Cessato il passaggio di acqua e di anilina si eleva la temperatura e contemporaneamente si fa il vuoto nell'apparecchio. Si può notare a circa 250° il passaggio di una piccola quantità di sostanza oleosa. Questa sostanza è solubile parzialmente in soda con colorazione giallo-verdastra ed in ammoniaca con colorazione di un bel verde-smeraldo. Per acidificazione le colorazioni scompaiono: queste reazioni sono comuni all'ossima del chinone.

Digitized by Google

Dopo avvenuta la scomposizione rimaneva nel palloncino la sostanza grafitoide che estratta, lavata parecchie volte con etere venne sottoposta all' analisi.

Gr. 0,2761 di sostanza diedero gr. 0,8342 di CO_2 e gr. 0,0452 di H_2O trovato C = 82,42 % H = 1,83 %.

Calcolato per C_6NH C = 82,75 % H = 1,39 %.

Dall' olio bruno ottenuto per distillazione nel vuoto a circa 250° si può, dopo sciolto in etere, lavato con soda, e successivamente con acido cloridrico, ottenere una piccola quantità di difenile.

Genova, Istituto di Farmacologia della R. Università. Giugno 1927.

Digitized by Google

DOTT. LISETTA NEGRO

STUDIO TEORICO DEL COMPARATORE DI LIVELLE DELL'ISTITUTO DI GEODESIA DELLA R. UNIVERSITÀ DI GENOVA

Il comparatore di livelle dell'Istituto di Geodesia della R. Università di Genova, fu costruito dalla « Societé Genevoise pour la construction des Instruments de Physique et de Mécanique ».

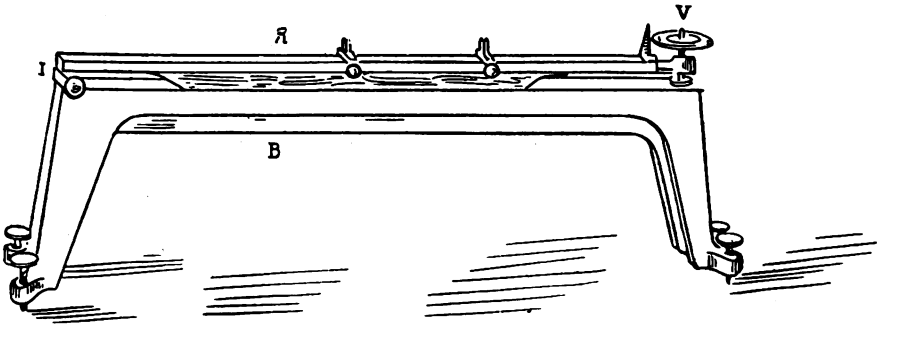


Fig. 1.

Esso è composto di un banco di ghisa B, sostenuto da quattro gambe, su cui è mobile a cerniera, attorno ad un asse orizzontale I, una riga R in acciaio, destinata a sorreggere la livella da esaminare.

Le gambe del banco terminano con quattro viti a punta sostenute ognuna da apposito piattino.

L'istrumento è tenuto appoggiato, per il suo uso, su due robuste mensole in granito infisse nel muro.

Digitized by Google

Dalla parte opposta dell'asse I di rotazione, la riga d'acciaio R porta ad essa collegato un alloggiamento in bronzo, in cui é praticata la madrevite di una vite micrometrica V, la cui punta è appoggiata ad una parte piana in acciaio, infissa sulla faccia superiore del banco dalla parte corrispondente.

Superiormente, la vite micrometrica, è terminata da un disco (tamburo) graduato in 120 parti (60 tratti suddivisi a metà da altri minori) numerate di 20 in 20.

Ruotando il tamburo, e quindi la vite, la madrevite di questa, a cagione della pressione esercitata dalla punta sulla piastrina d'acciaio, obbliga la riga R d'acciaio a sollevarsi o abbassarsi dalla parte della vite, ruotando attorno all'asse orizzontale I, già menzionato.

Nella posizione di riposo, la punta della vite micrometrica è tenuta d'ordinario sollevata, per non essere soggetta ad una pressione inutile.

Lungo la sbarra superiore R, scorrono due sostegni a V fissabili ciascuno con una vite laterale di pressione, destinati a reggere la livella da esaminare. Il passo della vite micrometrica è di circa $\frac{1}{2}$ mm. ed il valore angolare della mezza parte del tamburo, nelle intenzioni della Ditta costruttrice, è di $\frac{1}{2}$ secondo d'arco.

Una piccola lista verticale, suddivisa in tratti orizzontali, è fissa alla sbarra superiore e serve a indicare, in unità di passo della vite, gli spostamenti, angolari della sbarra; propriamente ogni intervallo del piccolo indicatore, è equivalente a due passi della vite micrometrica.

Onde procedere alla ricerca degli errori periodici e progressivi della vite micrometrica e conseguentemente di poi, alla determinazione del valore del suo passo, l'apparato fu messo sul pilastro della Specola dell'Istituto di Geodesia, e sui due sostegni scorrevoli fu fissato il cannocchiale appartenente al livello Tronghton e Simms dell'istituto, avente un ingrandimento di 30 volte.

Nell'orto botanico, situata a Nord della Specola, e il più lontano possibile, fu solidamente fissata una mira, consistente in una tavoletta di legno colorita in bianco e su cui erano se-

Digitized by Google

gnati in rosso due intervalli da collimare; uno d'ampiezza corrispondente ad $\frac{1}{6}$ circa di rivoluzione della vite e l'altro ad una rivoluzione intera.

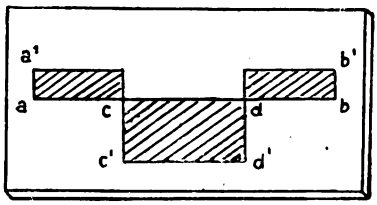


Fig. 2.

Misurata una base nell'orto botanico, fu possibile determinare mediante una piccola triangolazione, la distanza strumento-mira, che per mezzo della distanza zenitale relativa, si potè avere inclinata all'orizzonte, nel suo valore di:

$$96^{m}, 492.$$

A dedurre di poi l'angolo α di cui si deve ruotare l'asse di collimazione per portarlo (ruotando di circa 10 doppie parti) dal margine inferiore al superiore della linea preventivamente tracciata sulla mira, sia R S la posizione iniziale del banco del comparatore, cui corrisponde la posizione parallela C M dell'asse di collimazione, puntata alla linea H K della mira.

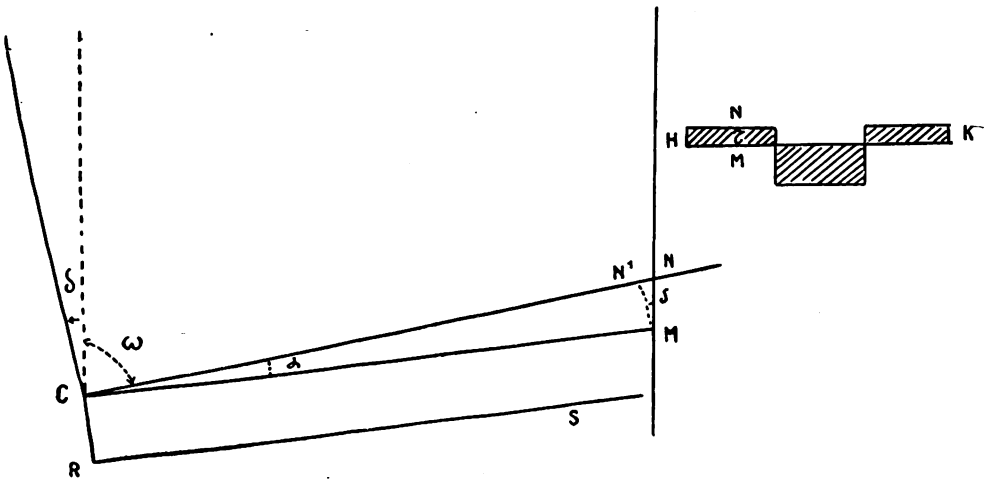


Fig. 3.

Digitized by Google

Con una rotazione del tamburo di circa 10 doppie parti, corrispondente allo spessore N M della linea di mira, l'asse di collimazione passa da C M alla posizione C N, facente l'anzidetto angolo α con C M.

Fatto centro in C raggio C M, si immagini descritto l'arco M N', che si potrà ritenere rettilineo e dato da:

$$M N' = M N \cos \delta ,$$

essendo δ il complemento di ω, distanza zenitale di N.

Ne segue

$$M N' = M N \operatorname{sen} \omega .$$

Quanto all'angolo α esso è dato dalla relazione:

$$M N' = C M \alpha , \qquad M N \operatorname{sen} \omega = C M \alpha ,$$

$$\alpha = \frac{M N \operatorname{sen} \omega}{C M}$$

ed in secondi

$$\alpha'' = \frac{M N \operatorname{sen} \omega}{C M \operatorname{arc} 1''}$$

Nell'ultima relazione è:

$$M N = 0^m , 0054 \quad \text{e} \quad C M = 96^m , 492$$

quindi:

$$\log \alpha'' = \log M N + \log \operatorname{sen} \omega - \log C M - \log \operatorname{arc} 1'' ,$$

$$\log \alpha'' = 7,7323938 + 9,9995623 - 1,9844913 - 4,6855749 ,$$

$$\log \alpha'' = 1,0618899$$

Si ottiene così in definitiva:

$$\alpha'' = 11'', 532 .$$

Errori periodici della vite micrometrica.

Assunsi come posizione iniziale del tamburo, quella in cui lo zero di esso coincideva con la prima tacca dell'indice verticale, adiacente al gambo della vite, inizio del primo passo.

Lasciando inalterata la posizione del tamburo, ruotai il comparatore attorno alla linea d'appoggio delle due viti di esso più lontane dalla mira, e cioè poste dalla parte del cannoc-

Digitized by Google

Quadro I.

Lettura del tamburo	1° passo	2° passo	3° passo	4° passo	5° passo	6° passo	7° passo	8° passo	9° passo	10° passo	11° passo	12° passo	13° passo	14° passo	15° passo	16° passo	17° passo	18° passo	19° passo	20° passo
0																				
	0.93975	1.00250	0.99250	0.99750	1.00000	1.00750	1.00750	0.99750	1.00000	1.00000	1.00250	0.99500	0.99750	0.99750	1.00250	0.99750	0.99250	1.00000	1.00000	0.99750
10																				
	0.99250	1.00500	1.00500	1.00750	0.99750	1.01000	0.99750	1.00000	0.99500	0.99500	1.00250	1.01000	0.99750	1.00000	0.99500	1.00250	0.99750	1.00000	1.00000	1.00250
20																				
	0.99025	1.00000	1.00500	0.99250	1.00250	0.99250	1.00000	1.00750	1.00500	1.00750	1.00000	1.00250	1.00750	1.00250	0.99500	1.00000	1.00000	1.00250	1.00000	1.00000
30																				
	1.00500	1.00750	1.00000	1.00000	0.99500	0.99500	0.99500	0.99750	1.00000	0.99500	0.99750	0.99750	1.00500	1.00750	0.99750	1.00000	1.00250	0.99750	1.00250	0.99750
40																				
	1.00000	1.00500	0.99750	1.00500	0.99750	1.00500	1 00500	0.99750	1.00250	1.00500	1.00250	0.99750	1.00000	1.00000	1.01000	1.00000	1.00500	1.00500	0.99500	1.00750
50																				
	0.98775	0.99250	0.99750	0.99750	0.99750	0.99750	0.99500	1.00250	0.99750	0.99250	0.99750	0.99500	0.99250	1.00000	0.99500	1.00750	0.99500	0.99500	1.00250	0.99500
60																				

Quadro II.

Lettura del tamburo	1° passo	2° passo	3° passo	4° passo	5° passo	6° passo	7° passo	8° passo	9° passo	10° passo	11° passo	12° passo	13° passo	14° passo	15° passo	16° passo	17° passo	18° passo	19° passo	20° passo	Somme	Media	
0																							
	1.0837197	1.1560830	1.1445510	1.1503170	1.1532000	1.1618490	1.1618490	1.1503170	1.1532000	1.1532000	1.1560830	1.1474340	1.1503170	1.1503170	1.1560830	1.1503170	1.1445510	1.1532000	1.1532000	1.1503170	22.9801047	1″,149005235	
10																							
	1.1445510	1.1589660	1.1589660	1.1618490	1.1503170	1.1647320	1.1503170	1.1532000	1.1474340	1.1474340	1.1560830	1.1647320	1.1503170	1.1532000	1.1474340	1.1560830	1.1503170	1.1532000	1.1532000	1.1560830	23.0784150	1″,15392075	media finale
20																							
	1.1419563	1.1532000	1.1589660	1.1445510	1.1560830	1.1445510	1.1532000	1.1618490	1.1589660	1.1618490	1.1532000	1.1560830	1.1618490	1.1560830	1.1474340	1.1532000	1.1532000	1.1560830	1.1532000	1.1532000	23.0787033	1″,153935165	
30																							1″,1524576275
	1.1589660	1.1614490	1.1532000	1.1532000	1.1474340	1.1474340	1.1474340	1.1503170	1.1532000	1.1474340	1.1503170	1.1503170	1.1589660	1.1618490	1.1503170	1.1532000	1.1560830	1.1503170	1.1560830	1.1503170	23.0582340	1″,1529117	
40																							(valore angolare di una doppia parte del tamburo)
	1.153200	1.1589660	1.1503170	1.1589660	1.1503170	1.1589660	1.1589660	1.1503170	1.1560830	1.1589660	1.1560830	1.1503170	1.1532000	1.1532000	1.1647320	1.1532000	1.1589660	1.1589660	1.1474340	1.1618490	23.1130110	1″,15565055	
50																							
	1.1390713	1.1445510	1.1503170	1.1503170	1.1503170	1.1503170	1.1474340	1.1560830	1.1503170	1.1445510	1.1503170	1.1474340	1.1445510	1.1532000	1.1474340	1.1618490	1.1474340	1.1474340	1.1560830	1.1474340	22.9864473	1″,149322365	
60																							
																						6″,914745765	

Digitized by Google

chiale, agendo sulle due altre del basamento a quella più vicine, in guisa da portare il filo orizzontale del micrometro nella posizione $a'\ b'$, quindi girai il tamburo (e perciò ruotai la riga d'acciaio del comparatore attorno al perno orizzontale I) fino a portare il filo anzidetto del micrometro, nella posizione $a\ b$; feci così la prima lettura sul tamburo $13^p,0$.

Con le due viti del basamento riportai il filo del micrometro in $a'\ b'$; quindi col tamburo in $a\ b$, e letto nuovamenie il tamburo ottenni $23^p,2$; continuai così via fino ad esaurire il primo passo, e successivamente gli altri fino al 20°.

Onde raccogliere, per vantaggio dell'esattezza dei calcoli successivi, i risultati in una media, esauriti i primi venti passi, ripetei le osservazioni altre tre volte, ottenendo così quattro serie di osservazioni.

Indicando allora con α il valore angolare corrispondente all'intervallo della mira, e con x l'analogo valore relativo a 10 doppie parti del tamburo, si poterono stabilire, in corrispondenza al primo passo, le seguenti uguaglianze:

tratto 0-10 $x = \frac{10}{13}\alpha = 0{,}769\,\alpha$, tratto 30-40 $x = \frac{10}{9{,}8}\alpha = 1{,}020\,\alpha$

» 10-20 $x = \frac{10}{10{,}2}\alpha = 0{,}980\,\alpha$, » 40-50 $x = \frac{10}{10{,}1}\alpha = 0{,}990\,\alpha$

» 20-30 $x = \frac{10}{10{,}3}\alpha = 0{,}971\,\alpha$, » 50-60 $x = \frac{10}{10{,}4}\alpha = {,}961\,\alpha$.

Operando similmente per gli altri passi della prima serie e poi in maniera consimile per le altre tre serie, si ottennero i dati relativi ai passi medesimi, sui quali dati si compilò il quadro (I), in cui figurano le medie e al quale segue il quadro (II), in cui sono riportate le medie generali.

Risulta dunque, da quanto precede, quale valore di una doppia parte del tamburo

$$1'',15246,$$

e di conseguenza per la graduazione semplice

$$0'',57623.$$

Nelle intenzioni della Ditta costruttrice, era, come fu detto di dare all'anzidetta graduazione semplice, il valore di $\frac{1}{2}$

Digitized by Google

secondo d'arco, si vede quindi, che l'approssimazione raggiunta dal costruttore fu molto buona.

Il semplice esame della tabella (II), sia nelle singole colonne relative ad ogni passo, che nella colonna delle medie, rende palese come le ben tenui differenze del valore angolare dei vari passi della vite, o nelle diverse loro regioni, presentino un intero carattere di casualità, allontanando decisamente ogni dubbio di eventuali errori periodici.

Ogni ulteriore ricerca, a riguardo di questi ultimi, perde perciò qualsiasi ragione di essere.

Errori progressivi della vite.

Per la disamina d'un possibile errore progressivo nei passi della vite, si fece ancora uso della mira già usata, misurando però questa volta, l'intervallo grande, la cui ampiezza fu preventivamente disegnata, in guisa da corrispondere esso a circa una rotazione intera del tamburo, e quindi ad uno spostamento verticale della vite, di quasi un passo.

Le modalità seguite furono le seguenti: nuovamente come posizione iniziale del tamburo, si assume quella in cui lo zero di esso coincideva con la prima tacca dell'indice verticale; inizio del 1° passo della vite.

Indi, con il procedimento analogo tenuto per la ricerca degli errori periodici, agendo con le viti del basamento, si portò prima il filo del micrometro nella posizione $c\ d$, e successivamente girando il tamburo, in $c'\ d'$: fatta la lettura sul disco graduato essa risulta di $60^p,5$.

Esaurito il primo passo, si iniziò il secondo proseguendo poi fino al ventesimo.

Per raccogliere i risultati in una media, ripetei le osservazioni altre quattro volte, ottenendo così, cinque serie di osservazioni sulle quali si compilò il quadro (III), il cui esame dimostra, nelle cifre trascritte nell'ultima colonna, ove sono elencate le medie per ogni passo, la bontà della vite eziandio sotto quest'altro aspetto, escludendo evidentemente ogni esistenza di errori progressivi nei passi della vite stessa.

Digitized by Google

QUADRO III.

	1ª volta	2ª volta	3ª volta	4ª volta	5ª volta	media
	p	p	p	p	p	p
1° passo	60.5	60.0	59.7	59.5	60.0	59.94
2° passo	60.5	59.5	60.3	60.3	59.8	59.98
3° passo	59.7	60.7	60.3	59.7	60.0	60.08
4° passo	60.3	60.3	60.2	60.2	59.7	60.14
5° passo	59.5	60.5	59.9	60.0	60.2	60.20
6° passo	60.0	59.0	59.6	59.5	60.3	59.68
7° passo	59.5	59.5	60.0	60.0	59.5	59.70
8° passo	60.0	60.5	59.8	60.5	60.0	60.16
9° passo	59.5	60.0	59.7	60.3	60.0	59.90
10° passo	60.0	60.0	60.0	60.0	59.8	59.96
11° passo	59.	60.5	60.3	59.4	60.0	59.94
12° passo	60.0	60.5	60.2	60.4	59.9	60.20
13° passo	60.5	59.3	60.0	60.0	60.3	60.02
14° passo	60.0	60.2	59.4	60.2	60.1	59.98
15° passo	60.5	60.3	60.6	59.6	59.9	60.18
16° passo	59.0	59.2	60.4	60.0	59.9	59.70
17° passo	60.5	59.5	60.2	59.7	60.1	60.00
18° passo	59.5	60.6	59.7	60.0	60.2	60.00
19° passo	59.5	60.2	59.7	60.2	60.0	59.92
20° passo	60.0	60.2	59.8	60.1	60.0	60.02

Digitized by Google

SILVIO LUSSANA

COMMEMORAZIONE
DI
ALESSANDRO VOLTA [1]

Sig. Presidente, Signore e Signori,

Grave è il compito che mi sono assunto quando accettai di parlare qui di Alessandro Volta, del quale si è in questi giorni celebrato il primo centenario della morte, ed a renderlo più grave peso alle mie deboli forze concorre la vastità dell'opera oltre che il suo alto valore, e le numerosissime commemorazioni già fatte ora ma più che altro nel centenario della scoperta della pila da me e dai più alti luminari della scienza, e la solennità del luogo e della circostanza e la eletta schiera di persone qui convenute per udire la mia modesta parola. Se, ad onta di tutto questo mi vedete qui davanti a voi egli è solo perchè ho pensato che quasi inesauribile è la miniera delle opere di questo grande che il mondo intero ci invidia ed ammira, di modo che sperai che anche questa seconda volta avrei potuto trovar modo di intrattenervi senza aver l'aria di ripetere solo cose a tutti note e di più perchè confidai nella vostra benevolenza e nel vostro compatimento che mai si disgiunge da animo gentile e da forte intelletto.

Alessandro Volta nacque in Como il 18 Febbraio 1745 da Filippo Volta e da Maddalena dei Conti Inzaghi e, per quanto nei suoi primi anni infantili si mostrasse un po' tardo nello sviluppo, pure il suo ingegno si appalesò ben presto ed andò in seguito rinforzandosi in modo da farlo sempre apparire fra

(1) Questa commemorazione fu letta nell'aula Magna della R. Università di Genova il 26 Marzo.

Digitized by Google

i primi nelle varie scuole da lui percorse nella città nativa. Non ancora sedicenne si inscrisse nella scuola di filosofia dove si irrobustì il suo forte acume critico e il suo grande amore per la scienza. Gli studi, più che altro letterari, ai quali si dedicò in quegli anni il giovane comasco sembrò che dovessero indirizzarlo alle lettere tanto che a diciannove anni scrisse il suo primo carme in versi latini; ma il suo innato sentimento e forse l'amicizia di Cesare Gattoni, allora inscritto in teologia e che contava quattro anni più del Volta, lo condussero ben presto ad abbandonare completamente le lettere per dedicarsi alla Fisica e più specialmente alla elettricità di cui aveva nel frattempo letto i principali trattati che allora esistevano e che aveva trovato nella libreria del Gattoni. E ben a ragione l'Arago, nella celebre commemorazione del Volta tenuta presso l'accademia di Francia, scrisse: « Si disse che allora la vocazione del Volta era ancora incerta, per me non ne posso convenire; un giovane non può tardare molto ad abbandonare la poesia per una storta, dal momento che ebbe la singolare idea di scegliere la chimica come soggetto delle sue composizioni letterarie ».

Del resto questa sua tendenza alle ricerche scientifiche è dimostrata dalle lettere che già a diciotto anni scrisse all'Ab. Nollet discutendo della teoria Frankliniana sull'elettricità, pur confessando che fino ad allora non aveva potuto sperimentare; e da quelle successive nelle quali combattendo il concetto della elettricità vindice dovuto al Beccaria arriva man mano a quello delle atmosfere elettriche che gli darà poi modo di spiegare e coordinare i fenomeni dovuti all'influenza.

Il Volta appassionato cacciatore, come lo dimostra fra l'altro una sua lettera del 14 Novembre 1770 diretta ad alcuni amici e recentemente pubblicata nel fascicolo decimo, ottobre 1926, di « Voltiana » a pag. 369, camminatore ed alpinista instancabile fu amante di escursioni e viaggi raccogliendo nelle une dati ed osservazioni preziose e stringendo negli altri relazioni coi principali fisici dell'epoca coi quali discuteva sui fenomeni e sulle teorie elettriche specialmente, od anche eseguiva esperienze. Nè questa sua passione potè essere ostacolata dalle difficoltà nelle comunicazioni o da ragioni finanziarie perchè non si peritava a domandare al governo i mezzi a ciò necessari dimostrando l'utilità che ne avrebbe ricavato ampliando le sue cognizioni e ponendosi in condizione di fare nuovi e più importanti ritrovati. Una conseguenza immediata

Digitized by Google

dei viaggi Voltiani, che meriterebbero un ampio e minuzioso esame, fu il notevole carteggio che il Volta ebbe colla famiglia e con moltissimi fisici e che è da augurarsi che ora venga riordinato e reso di pubblica ragione.

Le prime pubblicazioni fatte dal Volta, specialmente la epistola al Padre Beccaria intitolata « De vi attractiva ignis elettrici » del 18 Aprile 1769, attrassero su di lui l'attenzione del Governatore e gli procurarono la nomina a reggente (Preside) delle scuole ginnasiali di Como nel 1774-75 e quindi a quella di Professore di Fisica nello stesso ginnasio nel 1775-76. A partire da questo momento la fama del Volta andò rapidamente crescendo all'interno ma ancor più all'estero facilitata, come dissi, dai suoi numerosi ed importanti viaggi, dalle discussioni che durante essi ebbe coi primi fisici dell'Europa, oltre che dalle numerose pubblicazioni e dalle scoperte che andava man mano eseguendo. Fu così che dopo soli tre anni dalla nomina a Professore nel Ginnasio ottenne dal Conte di Firmian quella di Professore di fisica nell'Università di Pavia, dove svolse tutta la sua gloriosa attività scientifica e didattica per quarantun anni essendosi ritirato dall'insegnamento nel 1813 e dalla carica di Direttore degli studi Fisico Matematici nel 1819, carico di gloria e di onori. Colto da una paralisi nel 1823 morì ad ottantadue anni il 5 marzo 1827 senza avere mai cessato « di scrivere e di occuparsi di fisiche esperienze, avendo continuato (come assicurano i suoi figli Zanino e Luigi in uno scritto sopra alcuni errori biografici e fisici del Sig. Biot pubblicato in un fascicolo del 1833 dalla Raccolta pratica di Scienze e di Industria) più di 10 anni ancora a scrivere di cose elettriche specialmente sulla formazione della grandine, intorno alla quale diede una spiegazione molto verisimile ed ingegnosa e continuò per vari anni ancora ad occuparsi di esperienze finchè la sua salute glielo permise, conservando sempre grande amore per la scienza elettrica, insieme a grande chiarezza di mente, come i dotti viaggiatori, che venivano a visitarlo, poterono osservare » (V. Voltiana, fasc. IX, anno 1926, pag. 340).

Del resto più che queste affermazioni dei suoi figli, rivolte a dimostrare che dopo la scoperta della pila l'attività del Volta non si è fermata, servono a tale scopo i lavori effettivamente da lui ancora pubblicati e più che altro una sua memoria che fu pubblicata anonima nel 1814 dal Configliachi, suo successore nella cattedra di Fisica nell'Università di Pavia, ed al

Digitized by Google

quale era stata consegnata dal Dott. Giuseppe Baronio allievo del Volta. Questa memoria, la cui autenticità fu dimostrata in modo indubbio dal Dott. Achille Ratti, ora S. S. Pio XI, quando era bibliotecario dell'Ambrosiana, era stata scritta dal Volta per concorrere ad un premio di 90 zecchini proposto dalla Società Italiana di Scienze per chi avesse meglio svolto il tema:

Esporre con chiarezza con dignità e senza offesa d'alcuno la questione sul galvanismo fra gli egregi nostri soci Sig. Giovanni Aldini e Sig. Alessandro Volta.

Essa però, per quanto sia ora ritenuta di importanza grandissima, non fu giudicata meritevole del premio perchè conteneva esperienze nuove, mentre il Bellani, scrivendone al Volta, soggiunge che i giudici non erano forse competenti a quelle decisioni, trattandosi di un argomento da vecchi censori poco studiato.

Alto di statura, di lineamenti nobili e regolari, fronte ampia, sguardo calmo e penetrante, tratto gentile, ecco i distintivi del Volta. Di animo mite e profondamente credente non seppe mai che cosa fosse la superbia e sempre si adattò a tutte le opere, per quanto umili, purchè utili ai suoi simili; e mentre lo vediamo introdurre e diffondere la coltivazione della patata, da lui portata a Lazzate da uno dei suoi viaggi, lo ammiriamo nella primavera del 1802, cioè nel periodo più culminante e più glorioso della sua vita, mentre per un intero mese si reca tutti i giorni, alla stessa ora, presso il benemerito Istituto delle Orsoline per applicare la sua pila, secondo un metodo ideato dallo Sprenger, ad una orfanella sordomuta ricoverata nell'istituto riuscendo a guarirla quasi interamente (V. Voltiana, fasc. VII-VIII del 1926 a pag. 275). Che più! nel giornale « I telefoni d'Italia » noi leggiamo la seguente informazione riportata da Voltiana, fasc. V, del 1926 a pag. 215: « Il grande Volta veniva a passare l'autunno nel paese di Lazzate, sul confine comasco-milanese e nelle domeniche dopo aver spiegato a quei compaesani la dottrina cristiana uscito egli nel sagrato della Chiesa, veniva con rispetto ed amore circondato da quei terrazzani in maggioranza « cavrè » (caprai: una collinetta a ridosso del paese è chiamata ancora oggi: « el cavrè »), ai quali, affabilmente spiegava le sue invenzioni. E, fra l'altro, loro diceva: *Verrà un giorno in cui, basandosi sulle mie scoperte, si potrà parlare con Milano.*

Parole altamente divinatrici ed esplicanti le concezioni di una mente di genio, scrutatrice nel futuro della scienza.

Digitized by Google

Nell'occasione del centenario Voltiano che verrà solenizzato in Como, nel venturo 1927, l'On. Francesco Somaini, con munifico ed alto sentimento di italianità, volendo ricordare ai posteri i cimeli voltiani, pensò di raccoglierli in un maestoso Tempio che egli, a proprie spese, sta costruendo in Como. Tra quei cimeli figurerà una lapide, sulla quale saranno incise le parole profetiche sopra riportate.

L'On. Somaini depositerà nel tempio una dichiarazione notarile attestante, da testimonianze e tradizioni verbali, che il sommo Volta espresse il suo vaticinio verso gli anni 1820-25, cioè molti anni prima dell'invenzione di Meucci, e mezzo secolo avanti il brevetto Bell ».

E non è forse qui fuor di luogo notare che questo fatto, ormai dimostrato con atti legali, può servire come una prova non dubbia della verità di quanto, come dissi sopra, attestarono i figli del Volta protestando contro le insinuazioni del Biot a proposito del decadimento mentale, negli ultimi anni di vita, del nostro grande.

Nelle lettere del Volta, che pure visse in uno dei periodi più turbinosi che squassarono l'Europa, non si trovano accenni alla vita politica del tempo e da parecchi fra i suoi biografi, fra i quali si deve notare l'Arago, ciò fu ritenuto come prova della sua indifferenza alle sorti della sua patria o per lo meno della sua pusillanimità. Ma quanto sia ingiuriosa alla memoria del Volta e contrario alla verità un simile giudizio lo dimostrano gli argomenti e i fatti riportati dagli stessi figli del Volta e l'analisi che di essi ne fà lo Scolari nel suo articolo « Alessandro Volta e gli avvenimenti politici del suo tempo » pubblicato nel fascicolo III di « Voltiana » a pag. 128. Ma oltre a ciò non deve dimenticarsi che contro queste asserzioni stanno e le lotte da lui sostenute contro i malevoli che lo accusarono di favorire il trasferimento a Milano dell'Università Pavese, e gli insulti e le percosse ricevute da parte della folla inferocita per la parte da lui presa nella discussione durante la storica seduta del Senato di Milano che diede origine al tragico scempio del Ministro Prina, e l'olimpica tranquillità e serenità d'animo con la quale subì una aggressione da parte di alcuni malviventi durante un viaggio da Pavia a Milano; tantochè, essendo egli in quel momento occupato a prendere nota di alcune osservazioni meteorologiche che eseguiva durante il viaggio stesso, non interruppe affatto il suo lavoro ma sol-

Digitized by Google

tanto lo sospese per pochi istanti per consegnare la borsa e due orologi che teneva presso di se e per segnare nel suo scritto in mezzo alle osservazioni scientifiche l'ora e l'accenno dell'aggressione patita.

Ben a ragione quindi, nel riportare questo ed altro fatto consimile lo Scolari scrive: « Orbene quando un uomo è talmente assorbito dalla sua scienza da mantenere un equilibrio mentale di questa fatta credo non sia più lecito dargli carico del suo mediocre interessamento per gli avvenimenti politici del suo tempo ». Del resto se anche il Volta, tutto dedito ai suoi studi, non fu così sbracciato politicante, come da qualcuno forse si sarebbe desiderato, non vuol dire che egli non si interessasse delle sorti della sua patria. Basta infatti leggere nelle cronache di quei tempi e nelle sue lettere quale fu l'opera sua e quale l'importanza che ebbe il suo intervento nella risoluzione della crisi che sembrava dovesse travolgere l'industria serica nella sua Como per convincersi che egli non si chiudeva affatto tra le pareti domestiche e nell'ambito della sua scienza, ma si prodigava anche con tutta la sua autorità e con tutta la sua innata onestà e rettitudine per vincere tutte le camarille che allora, come sempre, si formavano e per fare abortire tutti i più loschi tentativi rivolti a far prevalere l'interesse privato su quello generale.

Il Volta raccolse, come è noto, durante la sua vita e più specialmente quando nel 1801 presentò la sua pila nelle storiche sedute dell'Accademia di Francia, onori e plauso non poco; Napoleone lo protesse e lo stimò fino al punto che quando nel 1804 il Volta espresse l'idea di abbandonare definitivamente la Cattedra ebbe a dire: « Io non potrei ammettere che Volta si ritiri. Se il suo ufficio di Professore l'affatica di troppo se ne diminuisca il peso. Che faccia anche una sola lezione all'anno; ma l'Università di Pavia sarebbe colpita al cuore se io permettessi che un uomo così illustre scomparisse dalle liste dei suoi membri. Un buon generale del resto, deve morire sul campo di battaglia ».

Ad onta però di tutta l'ammirazione e la stima di cui godeva, ad onta del lustro che il suo nome e più che altro il suo insegnamento portava all'Università di Pavia, dove molti giovani accorrevano attratti dal suo valore di scienziato e di insegnante, pure non sfuggì agli attacchi invidiosi di alcuni malevoli detrattori, e parecchie volte fu costretto a discolparsi

Digitized by Google

presso i suoi superiori e presso il governo dall'accusa di essere troppo parziale nel suo insegnamento e di trascurare la parte sperimentale nei vari rami della fisica che non fossero l'Elettricità e specialmente dell'ottica. La necessità di rispondere a questi attacchi replicando con memoriali ad accuse specifiche ed a richieste particolareggiate del Governo, riusciva penosa al Volta in ogni momento ma lo fu in modo particolare nel 1795 quando era completamente assorbito dalle esperienze che dovevano condurlo alla costruzione della pila. In quell'occasione difatti in una lettera (1) scritta per accompagnare un lungo memoriale mandato, come sembra, all'Abate Bovara R. Consigliere presso il Magistrato Politico Camerale perchè lo trasmettesse a S. E. il signor Conte di Wilzeck scrive: « Ora che ho dato passo a queste cose, che riguardano le mie incombenze all'Università, e il modo con cui le adempio, che per un mese intiero mi son seccato a scrivere senza profitto nè mio nè della Scienza che coltivo; ripiglio con piacere le mie ricerche e nuove esperienze, e mi applico a stendere e compire alcune dissertazioni già promesse, e che con istanza mi si domandano. Se non fossi stato inquietato, e qualche volta disgustato, e quest'anno e gli anni addietro, sarei andato più innanzi coi miei travagli e ricerche particolari, e se troppo tempo non spendessi appunto per le sperienze pubbliche, per la costruzione e provvista di macchine ecc. E qual conto infine mi si tiene di queste mie fatiche? Ma non voglio inquietarmi un'altra volta; non parliamone più. Vado per mettermi di buon umore alla bella splendida conversazione della Marchesa Villani in Borgo Vico ».

Tale fu o signori la bella figura di quest'uomo che visse i suoi ottantadue anni per la famiglia, per la scienza e per la umanità, spargendo ovunque i frutti del suo animo mite e gentile e quelli ancora più validi del suo ingegno; entusiasmandosi alle scoperte che andavano man mano fiorendo fra le sue mani ed indirizzandole sempre a beneficio dell'umanità sia quando pensava alle applicazioni industriali, sia quando intravvedeva le applicazioni agricole e difensive dalle minaccie atmosferiche, sia infine quando si compiaceva pensando alla possibilità di « quella camera per le Medicine elettriche che vorrebbe il Signor Priestley istituire ».

(1) Questa lettera fu pubblicata per la prima volta in « Voltiana » fasc. XI del 1926 a pag. 440.

Digitized by Google

Ma quali furono le opere per le quali principalmente rifulge il nome del Volta? Non vi ha dubbio che le teorie elettriche furono quelle che più che altro ricevettero impulso dall'opera sua. Se si pensa infatti alle condizioni nelle quali la scienza elettrica si trovava quando il Volta incominciò ad occuparsene; se si pensa di quanto poco aveva essa avanzato nei secoli trascorsi da quando Talete ne osservò i primi fenomeni, si comprende che solo un cangiamento di rotta decisivo poteva essere in grado di portare tutto lo sconvolgimento ed i favolosi progressi ai quali abbiamo assistito in questi ultimi tempi, tanto da farci credere che ormai nulla più esiste di impossibile per il genio umano.

Or bene questo colpo di timone fu appunto dato dal Volta. Mente acuta e pensatore profondo senza nulla dovere a maestri, egli incomincia ad analizzare i fenomeni elettrici secondo la teoria Frankliniana, ripudia e combatte le idee del Beccaria riguardanti l'elettricità vindice, e giunge da una parte alla costruzione dell'elettroforo perpetuo, dall'altra a quella del condensatore, o meglio ancora dell'elettroscopio condensatore. Nè si creda che queste scoperte siano dovute al caso; erano difatti ben note le esperienze di Epino, del Symmer, del Beccaria, del Cigna sulla carica di una sottile lastra metallica distesa su una superficie di vetro preventivamente strofinata e sulla possibilità di asportare un numero notevole di cariche scoprendo e ricoprendo la lastra di vetro con quella di metallo; ma mentre questi fatti venivano spiegati ammettendo che la lastra metallica carpisse la carica a quella di vetro nell'atto della sua sovrapposizione e che solo quando la lastra metallica veniva allontanata, dando luogo a piccole scintille fra essa e il vetro, questo riprendeva una parte della elettricità che durante il contatto aveva ceduto a quella (da qui il nome di elettricità vindice), il Volta intuì subito che la carica della lastra metallica era opposta a quella del vetro e che lo scintillio che si osserva al momento di denudare la lastra di vetro dalla sua armatura metallica non era dovuto ad un passaggio di elettricità dal metallo al vetro, come pensava il Beccaria, ma bensì ad una vera e propria neutralizzazione delle cariche opposte del vetro e del metallo.

A questa giusta visione dei fenomeni, il Volta fu portato dalla attenta e minuziosa osservazione dei fatti talchè gli riuscì poi facile di dare al suo strumento la forma più opportuna per

Digitized by Google

poter ottenere risultati cospicui e nello stesso tempo di immaginare il metodo ingegnosissimo dell' uso della boccia di Leida per ripristinare la carica del suo elettroforo quando questa si era troppo indebolita. Che tale sia stato effettivamente il processo mentale del Volta per giungere a queste scoperte risulta da queste sue parole che si trovano nella lettera scritta al Priestley per comunicargliela « Non so finir di parlare dell'artificio di risvegliare l'elettricità languente col rifondere, e ritorcere contro di se stessa quella poca che rimane, e di ricondurla al grado massimo d'intenzione, senza dire che sebbene tal ritrovamento non sia altrò più che una conseguenza della teoria che appunto me lo ha fatto tosto immaginare, sembra però oltremodo meraviglioso a chi non sente ben addentro in così fatte cose, e senza confessare ch'io stesso n'andai pieno di gioia tostochè vidi il fatto risponder pienamente all'idea concepita.... ».

Del resto o Signori, egli è questa la principale caratteristica del Volta; egli non procede mai a caso o per tentativi; ma è sempre guidato dal raziocinio e l'esperienza per lui serve a verificare i concepimenti teorici.

Si volle da taluno rimproverargli la mancanza di uno spirito matematico perchè nelle sue opere non si trova traccia di formule. Anche senza pensare che noi non dobbiamo giudicare un uomo da ciò che, secondo i nostri gusti, avrebbe dovuto fare ma da ciò che realmente ha fatto; perchè in tal caso, come ben dicono i suoi figli Zanino e Luigi Volta nella difesa da loro scritta ad accuse rivolte al loro grande genitore dal Biot, « Potria il sommo italiano rispondere come il Tasso a taluno che gli indicava in qual modo avria dovuto scrivere il suo poema: ho creduto di adoperare così perchè miravo a scrivere la mia, non la vostra Gerusalemme e buon per voi che quando scriverete la vostra, la mia non sarà per darvi molestia ». Ma non si può negare che se per spirito matematico si intende l'uso di formule, allora esso realmente manca al Volta. Se al contrario per spirito matematico noi intendiamo lo sviluppo logico di un ragionamento, la precisione nel fissare i dati di un problema, la sicurezza ed il rigore nel giungere alle conseguenze, allora nessuno può negare che esso fosse possieduto dal Volta. Non ebbe la veste del matematico, non usò l'algoritmo che al matematico serve per esprimere in modo preciso e conciso le sue idee, perchè egli fu un autodidatta non avendo

Digitized by Google

mai frequentato studi superiori; ma il suo pensiero, i suoi concetti, i suoi ragionamenti furono sempre consoni alle norme che servono di base alle matematiche. Basta del resto, per convincersi della verità di quanto qui asserisco, leggere i suoi lavori che si riferiscono ai conduttori elettrici ma più specialmente quelli relativi ai condensatori.

La definizione della tensione elettrica, o come oggi si dice del potenziale elettrico, in essi contenuta, la relazione fondamentale che collega la tensione alla capacità, non potrebbe essere nè più precisa nè più chiara.

« Non ci vuol molto, egli dice, a comprendere, che ivi è maggiore capacità, dove una data quantità di elettricità sorge a minor intensità, o che è lo stesso, quanto maggior dose di elettricità è richiesta a portare l'azione a un dato grado d'intensità; e *viceversa*, a dir breve, la *capacità* e l'*azione*, o *tensione* elettrica sono in *ragione inversa*.

« Farò qui osservare sul principio ch'io denoto col termine di *tensione* (che ben volentieri sostituisco a quello di intensità) lo sforzo che fà ciascun punto del corpo elettrizzato per dissiparsi della sua elettricità, e comunicarla ad altri corpi; al quale sforzo corrisponde generalmente in energia i segni di attrazione, repulsione ecc. e particolarmente il grado a cui viene teso l'elettrometro ».

In questi suoi primi lavori il Volta utilizza e sfrutta al massimo grado le atmosfere elettriche, o come oggi si direbbe l'influenza, che sostituisce alla elettricità vindice e sviluppa nel modo più sorprendente la teoria dei condensatori applicandoli all'elettroscopio; donde uno strumento atto in modo meraviglioso a svelare l'esistenza di cariche elettriche a tensione estremamente bassa, purchè continua.

Il processo di esaltamento della tensione è qui sviluppato in modo completo tantochè si potrebbe dire che fino da allora la mente del Volta si orientasse verso la concezione della corrente elettrica. La tensione infatti può essere esaltata quando è dovuta ad un conduttore di grande capacità od anche ad una sorgente continua; ma in quest'ultimo caso per raggiungere l'intento si richiede un certo tempo. È caratteristico, a questo riguardo, l'esempio che egli porta di una macchina elettrostatica male isolata o coi conduttori a terra in modo che non si possa raggiungere una tensione sensibile. Basta in questo caso ricorrere al suo elettroscopio condensatore per rivelare la pre-

Digitized by Google

senza della carica ciò che si ottiene appunto per mezzo di una corrente che duri un certo tempo. Ma forse ancora più eloquente è l'altro esempio di un conduttore metallico inalberato sopra il suo elettroscopio fino ad una sufficiente altezza e che beve, così egli si esprime, dall'aria l'elettricità che per se stessa riuscirebbe insensibile, dandogli modo di verificare e misurare l'elettricità atmosferica a diverse altezze.

Questi due esempi, il secondo specialmente, preludono alla più importante applicazione che il Volta ha fatto del suo elettroscopio condensatore, e cioè alla dimostrazione e misura della tensione che si sviluppa nel contatto fra due metalli. Anche in questo caso infatti la quantità di elettricità disponibile è illimitata ma la tensione è molto bassa, e si approfitta del fatto che la capacità del piatto inferiore del condensatore in comunicazione con l'elettroscopio è notevolmente ingrandita dalla presenza del piatto superiore in comunicazione con la terra per accumulare in esso una discreta quantità di elettricità. Basta allora allontanare il piatto superiore perchè la capacità dell'inferiore ritorni piccola e quindi la tensione della carica ad esso comunicata aumenti notevolmente. Avviene qui precisamente quello che si avrebbe in un bicchiere di gomma a sezione molto piccola e quindi a piccola capacità. Se esso è sottoposto ad una tensione che ne aumenti la sezione e se allora si versa in esso un liquido tanto che basti a coprirne il fondo, l'altezza di questo nel bicchiere si eleva notevolmente quando, cessando la tensione, il suo diametro ritorna piccolo. Con questo strumento il Volta riuscì allora a dimostrare la elettrizzazione per sfregamento col palmo della mano di conduttori metallici e la produzione di elettricità per l'evaporazione dell'acqua.

Se i condensatori si conoscevano già da molti anni prima del Volta, pure è a lui che si deve la loro teoria completa e la spiegazione di tutti i fenomeni che li accompagnano. E siccome il nesso logico collega tutte le successive evoluzioni del pensiero di quest'uomo veramente grande perchè nulla mai abbandonò al caso ma tutto espone come logica conseguenza di premesse e dati preventivamente fissati, così non è difficile far risalire l'idea del condensatore alla invenzione *dell'elettroforo perpetuo* che in quei tempi tanto scalpore menò tra i fisici. Nè si tratti di troppa prolissità la descrizione che egli ci fa dei concetti che lo guidarono alla costruzione di questo primo modello di macchina ad influenza e delle esperienze

Digitized by Google

notevolissime che con esso eseguisce, come pure dei metodi di eccitazione e di ravvivamento della carica ad essa impressa, perchè in ogni pagina, anzi in ogni periodo, stà incluso un concetto nuovo od un principio fondamentale che gli servirà poi per elaborare nuovi e più importanti ritrovati.

E del resto l'importanza che egli stesso attribuisce a questa sua scoperta, come risulta dalla lettera molto vivace che egli scrisse al Sig. Giuseppe Klinkosch per rivendicare il merito che a lui compete e più che altro per mettere in vista quel suo metodo ingegnosissimo dell'uso della boccia di Leida caricata con l'elettroforo per ripristinarne la carica indebolita, donde il nome di elettroforo perpetuo, è ben giustificata dal momento che questo strumento si può ben dire che costituisce la base dell'edificio che il Volta ha costruito.

Ma non solo di elettricità, o Signori, ha trattato il Volta. Man mano che andava svolgendo e rinvigorendo le sue idee già in gran parte contenute in germe nella sua lettera. « De vi attractiva ignis elettrici » scritta al Padre Beccaria quando era appena ventiquattrenne, si occupava di altri svariati argomenti della Fisica raccogliendo ovunque a piene mani frutti rigogliosi ed unendo il suo nome a scoperte ed a leggi fondamentali. Egli è così che in quel volgere di tempo iniziò ed approfondì le sue ricerche sui fenomeni atmosferici e specialmente quelli elettrici giungendo con le sue classiche esperienze sulla elettricità generata dalla evaporazione dei liquidi, eseguite per la prima volta con successo dietro le sue indicazioni e con il suo elettroscopio condensatore in compagnia col La Place ed il Lavoisier, i quali tentarono poi di accapararsene tutto il merito, a dimostrare la causa dell'elettricità atmosferica ed a dare dei fenomeni meteorologici una spiegazione ed una teoria che ancora non ha perduto il suo valore. Queste sue ricerche dell'elettricità atmosferica, delle quali già si trovano le prime traccie nella sua lettera al Priestley sull'elettroforo scritta nel 1775, le continuò poi fino agli ultimi anni della sua vita e portarono un contributo notevole al progresso della meteorologia.

Nel corso delle sue ricerche sull'elettricità atmosferica il Volta modifica alquanto l'elettrometro usato dal Saussurre, utilizzando come raccoglitore dell'elettricità atmosferica una asta conduttrice alla cui sommità dispose una semplice fiammella che, come si sa, gode della proprietà di disperdere una carica;

Digitized by Google

ne risultava quindi che delle due cariche indotte sull'asta per influenza veniva dispersa quella esistente all'estremità superiore e quindi nell'asta stessa si produceva uno squilibrio che veniva appunto misurato dall'elettrometro. Or bene il Volta dopo avere constatato questa proprietà dispersiva delle fiamme tentò di utilizzarla per vincere la potenza temporalesca delle nubi. Non è però a credersi che il Volta si lasciasse illudere da una idea così bella e grandiosa; egli stesso infatti la pone entro i limiti giusti.

« Che dunque esclama egli? Pretenderemo noi con tali fiamme, e colonne di fumo mandate verso il cielo, di esaurire per poco e dissipare i più gran temporali con quella facilità con che il sole dissipa coi suoi raggi le nebbie del mattino? Io non amo, il ripeto, di farmi illusioni a tal segno. Cosa mai sono gli agenti più efficaci, che l'arte sà impiegare rispetto alle forze irresistibili della natura? e le nostre misure paragonate alle sue grandezze in ogni senso? Quale meschina risorsa non si direbbe quella di derivare con de' canali, fossero pur larghi e profondi, l'acqua del mare, non chè per votarne il grande abisso, ma per abbassare pur solo il livello? Ora un temporale può giusto dirsi un mare di elettricità e le fiamme innalzate canali per esaurirlo; quanto poco dunque avranno a farlo? Queste cose io dico a me medesimo prima che chicchesia me le obbietti. Ma poi più posatamente meditando vengo sul riflesso e invito anche gli altri a riflettere meco, come la Natura, avvegnachè possente oltre ogni credere, non produce sempre i suoi fenomeni troppo in grande, quanto s'estendono le sue forze, considerate ciascuna separatamente e nel suo colmo e quanto ella giunge a produrre in certe circostanze favorevoli allo sviluppo di tale o di tale altra forza; ma tempera per lo più i suoi fenomeni in virtù di queste forze medesime, che trovansi bene spesso in opposizione tra loro e si bilanciano mercè di una meravigliosa armonia delle sue leggi. Sono pertanto opera dell'istessa Natura, siccome l'immensità dei mari, così i laghi e stagni angusti; dà moto a lievi zeffiri, fa lentamente scendere la rugiada, forma le rare nebbie, le piccole nubi le dolci e minute pioggie; produce la blanda e tranquilla elettricità dell'aria; tuttociò coi medesimi agenti, con cui eccita in altre circostanze i venti furiosi e gli uragani; innonda la terra con diluvi d'acqua; forma ed ammassa le nubi tempestose, fà rumoreggiare il tuono e scoppiare il fulmine,

Digitized by Google

alluma ed infiamma tutta l'atmosfera. Se dunque si considera che la natura non opera sempre con fracasso;.... si vedrà come riguardo pure a temporali, scendendo dai più grandi e terribili ai più piccoli ed innocui, ve ne hanno ad essere di mezzo alcuni tuttavia dannosi e pericolosi, non però insuperabili, tali voglio dire, che con un numero più o meno grande di fuochi accesi nè luoghi a proposito potranno venire spogliati di elettricità a segno di svanire o di perdere almeno la forza di nuocere ».

Altro campo nel quale impresse la sua orma gloriosa è nello studio dei gas prima occupandosi della loro natura e costituzione con le ricerce sul gas infiammabile e sul gas delle paludi che lo condussero alla costruzione della pistola e della lucerna che portano il suo nome ma più che altro a quella dell'eudiometro che anche oggi forma uno degli strumenti più usati nei gabinetti di Chimica: in seguito investigandone la legge secondo la quale essi si dilatano col variare della loro temperatura. Tanto nelle prime quanto nella seconda di queste ricerche è notevole che il Volta sia giunto a stabilire leggi fondamentali che generalizzate con le ricerche posteriori assunsero i nomi di leggi delle proporzioni definite del Proust e del Dalton e di leggi del Gay-Lussac.

In una lettera scritta al Marchese Francesco Castelli nel Maggio 1777 egli infatti scrive: « Potrebbe sembrare straordinario che tanto la troppa quantità di aria infiammabile quanto la poca, portino d'ugual maniera l'esplosione meno violenta che quando la commistione dell'aria è in giusta dose. Ma è da notare, che ove l'aria infiammabile ecceda la misura, quando pur giunga ad infiammarsi (mentre se di troppo eccede punto non s'infiamma) non s'infiamma tutta; cioè quella sola porzione s'infiamma, che trova lo scarico nell'aria comune; e il resto rimane tuttavia infiammabile, come io assicurato mi sono esplorando il residuo dell'aria dopo l'esplosione ». Qui come ben si vede la legge delle proporzioni definite è non solo adombrata, ma nettamente enunciata, sia pure in un caso particolare.

Lo stesso vale anche per la legge del Gay-Lussac. Nella « Memoria sull'uniforme dilatazione dell'aria » il Volta esamina con critica fine e arguta i diversi lavori fin allora eseguiti su questo argomento, studia le cause delle enormi divergenze fra i risultati ottenuti attribuendole giustamente alla presenza di vapore d'acqua saturo e, seguendo un procedimento atto a ga-

Digitized by Google

rantire contro ogni causa di errori, giunge a risultati paragonabili a quelli del Gay-Lussac ma più di questi conformi a quelli del Regnault. Non solo, ma dopo avere dimostrato la assoluta proporzionalità fra l'aumento di temperatura e l'aumento di volume dell'aria, dopo cioè di avere dimostrato la costanza del coefficiente di dilatazione, dimostra ancora che questo coefficiente non viene alterato quando all'aria si aggiunga del vapore d'acqua allo stato di vapore elastico, cioè non saturo. Anche qui, almeno per l'aria e per il vapor d'acqua non saturo, il Volta annunciò e dimostrò esattamente le leggi che solo nove anni dopo il Gay-Lussac estese ai vari gas ma con ricerche che sono indubbiamente meno precise di quelle del Volta prestandosi esse a critiche che sono assolutamente eliminate nelle esperienze Voltiane.

Ad onta di ciò nell'enunciare la legge delle proporzioni definite, nessuno, che io sappia, ricorda l'opera del Volta e tanto meno associa il suo nome a quello del Proust nel denominarla; e per la legge riguardante la dilatazione termica dei gas ad onta che in qualche trattato venga degnamente ricordato il Volta e che molti nelle successive numerose commemorazioni che in varie occasioni si tennero di lui abbiano più o meno energicamente reclamato che la legge assuma il nome di Volta o quanto meno che questo nome si associ a quello del Gay-Lussac, pure fino ad ora la grande maggioranza continua ad ignorare l'opera del nostro grande. Non è quindi fuor di luogo che qui, in questa solenne adunanza, davanti a si eletta schiera di persone che del grande Italiano onorano la memoria io unisca la mia voce a quella ora sollevata in « Voltiana » formulando l'augurio che in quest'anno, che al nome di Volta va legato, si possa rivendicare a Lui tutto il merito che gli compete.

Nel 1790 il Galvani, professore di anatomia e fisiologia nella Università Bolognese, presenta l'indimenticabile sua scoperta delle convulsioni che subisce una rana allorquando un arco metallico pone in comunicazione i muscoli della gamba coi nervi crurali. Questo fatto, osservato così superficialmente e più che altro con occhio da fisiologo, indusse il Galvani, per quanto perspicace, a ritenerlo come una prova indiscutibile dell'esistenza di una vera e propria elettricità animale. Ed è appunto in questo senso che egli lo presenta, mostrando che esso è generale e che ha luogo non solo nelle rane, ma eziandio in un grandissimo numero di animali tanto a sangue caldo che a sangue freddo. Il Volta, allora maestro nei fenomeni elet-

Digitized by Google

trici, al primo annuncio di questa celebre scoperta ne resta innamorato e ripete in mille modi le belle esperienze del Galvani. Nei suoi primi scritti su tale argomento paragona la rana ad una vera e propria bottiglia di Leida di cui le due armature sono costituite dai nervi e dai muscoli, il dielettrico dai tessuti che separano questi da quelli. In essi il nostro fisico, che al primo annuncio aveva accolto con incredulità la notizia perchè troppo contraria ai principi allora noti dell'elettricità, diventa entusiasta delle idee del Galvani e si compiace di dirsi convertito, dacchè incominciò ad essere egli stesso testimonio oculare e operatore dei miracoli, e passa forse dall'incredulità al fanatismo.

Ma la perspicacia con la quale il Volta eseguisce e coordina l'esperienze, l'abilità con cui sviscera in ogni parte gli argomenti che imprende a trattare lo fanno presto ravvedere. Misurando gli effetti che produce in una rana la scarica di una bottiglia caricata ad un grado ben determinato, s'accorge che non è necessario, perchè il fenomeno osservato dal Galvani abbia luogo, che vi intervengano tanto i nervi quanto i muscoli; basta che l'azione si eserciti sui nervi soli. A partire da questo momento, sebbene a malincuore in sulle prime ma poi di più in più risolutamente, rinuncia alle speciose teorie del Galvani e concepisce la sua teoria del contatto, stabilendo che la rana non è altro che un semplice elettroscopio molto più sensibile di quanti altri si possono costruire. D'allora in poi tenta di agire non solo sui nervi motori, ma eziandio su quelli addetti agli altri sensi e dimostra che l'elettricità eccita tanto i muscoli quanto il senso della vista e del gusto.

Costretto dalla discussione calda ed animata che allora sorse fra lui, il Galvani ed i suoi seguaci, moltiplicò in modo pressochè indefinito le sue esperienze, e passo passo sempre più si avanza nel suo concetto mostrando che le interruzioni rapidamente eseguite nella comunicazione metallica fra i nervi e i muscoli della rana ne producono la tetanizzazione dei muscoli; che l'elettricità di contatto si sviluppa principalmente dall'unione di due metalli fra di loro diversi, ma anche da quella di due frammenti dello stesso metallo che presentino differenze anche impercettibili dovute allo stato molecolare, alla varia temperatura od altro; che l'elettricità di contatto si ha tanto con conduttori metallici quanto con conduttori liquidi, e giunge a stabilire il principio fondamentale che per la

Digitized by Google

produzione della corrente basta che siano posti in contatto successivo tre conduttori fra loro diversi di cui uno almeno deve essere un conduttore liquido.

Come già ben si vede in tutte queste esperienze ed osservazioni si va delineando l'esistenza e la generazione di una corrente non solo ma si delineano altresì le scoperte ulteriori dell'azione elettrolitica della corrente, della generazione delle correnti termoelettriche e degli effetti delle extra correnti.

L'ultimo colpo però, che fece pressochè completamente abbandonare la teoria della elettricità animale, lo diede nel 1796 quando potè finalmente annunziare di essere riuscito a sopprimere la rana ed a fare uso del suo *condensatore* od anche del *duplicatore* a mulinello del *Nicholson* per mostrare i fenomeni elettrici dovuti al contatto. A partire da questo punto ogni dubbio scompare ed il nostro Volta procede con passo più sicuro di scoperta in scoperta vedendo pienamente confermate le sue previsioni cantate dal Mascheroni nell'invito a Lesbia con gli splendidi versi :

E quindi in preda allo stupor ti parve
Chiaro veder quella virtù che cieca
Passa per interposti umidi tratti
Dal vile stagno al ricco argento, e ritorna
Da questo a quello cón perenne giro.

Compiuto così il primo passo verso la grande scoperta che doveva chiudere degnamente il secolo decimottavo, egli fu verso la fine del 1799 che il Volta potè finalmente dimostrare il terzo principio fondamentale su cui si fonda la pila, che cioè si sommano le forze elettromotrici dei singoli elementi se vengono posti l'uno in seguito all'altro sempre con lo stesso ordine.

« Questo è il gran passo, dice il Volta, da me fatto sulla fine dell'anno 1799; passo che mi ha condotto ben tosto alla costruzione del nuovo apparato scuotente il quale ha cagionato tanto stupore a tutti i fisici; a me grande soddisfazione, ma stupore non molto dopo l'anzidetta scoperta, che mi prometteva bene un tale successo ».

Egli è così che nella memorabile lettera scritta al S. Joseph Banks, presidente della Società Reale di Londra del 20 Marzo 1800, il Volta descrive la sua pila a colonna, come pure quella a corona di tazze indicandone i mirabili effetti di cui

Digitized by Google

è capace. Nella prima parte poi della memoria letta dal Volta nella seduta solenne tenuta in suo onore dall'Istituto di Francia alla presenza di Napoleone, dimostra che mentre i conduttori metallici seguono la cosidetta legge delle tensioni, così non è dei conduttori di seconda classe, ragione per cui è indispensabile la presenza di uno di essi fra i tre che costituiscono un elemento voltaico. Ed a noi, abituati ormai a considerare la trasformazione dell'energia che esclude ogni variazione nella somma totale, fa meraviglia il vedere come il Volta non concepisse allora la teoria chimica della pila, enunciata più tardi dall'Italiano Fabroni, tanto più che già aveva osservato che nell'interno della pila si attivano grandemente le azioni chimiche a circuito chiuso ed in diversi punti constatato che se anche in generale è maggiore la tensione sviluppata dal contatto dei metalli, se fra loro sufficientemente dissimili, pure qualche volta questa è superata dalla tensione che si sviluppa nel contatto fra metalli e certi liquidi, specialmente se acidi.

Egli è ben vero che al giorno d'oggi, per spiegare specialmente certe sfumature e per collegare i fenomeni che riguardano la pila con quelli che si riferiscono alle soluzioni, si ammette quasi generalmente la così detta teoria osmotica della pila. Ma che altro non è questa se non la teoria Voltiana più elaborata e portata al punto da precisare le ragioni per le quali si genera nel punto di contatto una differenza di potenziale? Basta difatti pensare allo sbilancio elettrico che, secondo il Volta, si stabilisce nel contatto perchè subito balzi fuori il nesso fra questo concetto e la così detta tensione di soluzione dei metalli che stà appunto a base della teoria osmotica della pila.

Tale è, o Signori, la genesi laboriosa della pila che ci fa completamente dimenticare la rana che sotto l'impulso elettrico si vede

> Quasi risorta ad improvvisa vita
> Rattrarre i nervi, e con tremar frequente
> Per incognito duol divincolarsi

per ricordarci soltanto l'ingegno, la tenacia, la enorme moltitudine di esperienze con le quali il Volta seppe difendere le sue idee acquistando passo a passo il terreno tenacemente difeso dai suoi oppositori.

E bella, o Signori, per quanto aspra, fu questa lotta combattutta per quasi un decennio fra il Volta ed i principali

Digitized by Google

cultori delle scienze biologiche dell'ultimo scorcio del secolo decimottavo. Sia lode all'ardore con cui il Galvani e i suoi seguaci combatterono dal momento che le loro esperienze spinsero il Volta a contrapporne altre sempre di più in più valide fino a condurlo alla costruzione della sua pila che offerse al mondo ammirato come sintesi sublime di tutto il suo pensiero. E ben vengano di queste lotte, di cui vanno gloriosi gli annali delle scienze, che si svolgono alte e serene nel campo scientifico lasciando dietro a se non la morte, la fame, il nulla, ma il mezzo per coadiuvare alle forze della natura, per trasformarle nel modo più utile ai bisogni della società.

Quale è la differenza che passa fra la elettricità che si ottiene con una pila voltaica e quella che dà luogo alla scintilla fornita da una comune macchina elettrica o da una batteria di condensatori? A dire il vero la natura dell'energia posta in gioco nei due casi è la stessa, come dimostrò già il Volta e come dopo di lui venne da più parti e in modi molteplici assodato, ma diverso ne è l'aspetto sotto il quale questa energia si presenta. Mentre una scarica di elettricità detta impropriamente statica, non ha che una durata brevissima, la corrente rappresenta una scarica continuata; la prima può essere estremamente energica ma fugace, la seconda può anche essere debole ma duratura. Qui sta la differenza fra la natura dell'elettricità già nota prima del Volta e di quella che al Volta dobbiamo. Qui più che altro sta la ragione dei rapidi progressi compiuti che ci fecero assistere ad una ridda non mai interrotta di ritrovati che riempiono di meraviglia.

La scoperta del Volta, il quale colla sua pila diede il mezzo per ottenere una corrente perenne, diminuisce di molto l'importanza delle scoperte ulteriori di altri mezzi che portano agli stessi risultati, anche se più grandiosi, perchè non era la forma speciale o la potenza della sorgente di elettricità che occorreva per aprire la via al genio inventivo, ma bensì quello sconvolgimento vero e proprio rappresentato dalla pila, nella via fino allora seguita la quale non poteva portare alcun utile risultato. Già da sei secoli avanti l'era volgare Talete aveva osservato pel primo, almeno sembra, dei fenomeni elettrici nell'ambra strofinata; eppure giunti alla fine del XVIII secolo ben poche erano le applicazioni che se ne erano fatte ad onta che si conoscessero bene delle macchine elettriche capaci di dare scintille abbastanza lunghe. Tant'è che molti ritenevano allora

Digitized by Google

l'elettricità una delle branche più dilettevoli delle fisiche discipline ma punto atta ad utili applicazioni.

« Se mi si domandasse, diceva il Watson uno fra i più noti elettricisti inglesi di quell'epoca, quale possa essere l'utilità dei fenomeni elettrici, io non potrei rispondere altro che noi non siamo ancora tanto progrediti da apportare utilità al genere umano ». E l'abate Nollet, pure stimato fra i cultori delle fisiche discipline, non sapeva trovare per i fenomeni elettrici altre applicazioni all'infuori di quella di procurare a Luigi XV lo spettacolo di vedere fortemente commosse alcune centinaia di persone fra loro legate a catena mediante una sola scintilla.

Ed il Volta stesso, sebbene in una lettera del 15 gennaio 1777 a proposito del gas infiammabile scrivesse: « L'ultima questione sia questa. Dell'aria infiammabile scoperta in tanta abbondanza e in tanti modi tentata e cimentata, non sia possibile trarre alcun profitto? Senza ciò, diran molti, a che varrebbero infine tali scoperte e tali esperienze? » pure pochi giorni dopo in una lettera del 15 maggio dello stesso anno parlando della sua pistola elettrica con compiacenza e lusso di particolari accenna « allo stupore che s'unisce al diletto, vedendo con una sola scintilla elettrica far in un colpo la scarica d'una serie di pistole comunicanti fra loro ». Non manca però nella stessa lettera di accennare all'idea di dar fuoco, mediante la sua pistola, a cannoni, a mine od altro stando a distanza preludendo così a tutti i meccanismi più tardi congegnati in base alla magnetizzazione temporanea del ferro dolce.

Da quando invece venne alla luce la pila, subito principiò una vera rivoluzione sia nel campo scientifico che nell'industriale. Non è qui certamente il caso di ricordare quali e quanto grandi siano i benefici portati all'umanità dalla corrente elettrica; ma non posso a meno di far notare che negli scritti del Volta si trovano già gli accenni a molti di essi e più che altro vi si trovano abbozzate le leggi che ne regolano la distribuzione e che presero poi il nome di leggi di Ohm e del Kirchoff.

Teoricamente la pila del Volta, o Signori, sarebbe bastata ad alimentare tutte le grandiose applicazioni che dell'elettricità sono state fatte; ma praticamente lo zinco che si consuma in essa è un combustibile troppo costoso perchè si potesse realmente chiamare pratica. Per poter raggiungere lo sviluppo che oggi ammiriamo fu però necessario che all'opera di Ales-

Digitized by Google

sandro Volta si associassero quelle di Luigi Pacinotti e di Galileo Ferraris formando così una triade indissolubile, simbolo imperituro del genio di nostra stirpe.

Il Signor Henry de Parville, in una guida scientifica per la sezione dell'elettricità all'esposizione di Parigi nel 1881 scrive « L'invenzione della pila e la scoperta dell'elettricità dinamica hanno aperto un campo immenso alle ricerche dei fisici, l'anno 1800 aprì un'era novella nella storia della fisica; tutte le meraviglie che oggi giorno ci riempiono di ammirazione hanno per punto di partenza la scoperta fisiologica del Galvani e la scoperta fisica del Volta. La corrente elettrica della rana fu foriera delle forze potenti che danno l'attività dell'esposizione. Alla testa dell'edificio tutta la civilizzazione moderna; la telegrafia, la telefonia, il lavoro elettrico ecc. alla base una rana. Ironia della sorte!

L'Università di Pavia, egli continua con fare non sai se ironico o serio, l'Istituto di Milano, il Liceo di Como che si dividono le reliquie dell'inventore della pila, ebbero cura di porre sotto gli occhi del visitatore i primi strumenti del Volta, le lamine metalliche di cui egli si servì per controllare le esperienze del Galvani, ecc. Sesostris avrebbe preteso la rana! ».

No, o Signori, base di questo immenso edificio non è una rana, ma qualche cosa di ben più solido. La mente acuta, l'ingegno profondo la meditazione continua, la preparazione sobria di Alessandro Volta che il mondo intero ci invidia. Il suo nome indissolubilmente congiunto a quello dell'Italia nostra sorvolerà in eterno nei secoli irradiando potenza, luce e gloria.

Digitized by Google

DOCUMENTI SOCIALI

RIASSUNTI DI VERBALI DI ADUNANZE

Adunanze a Classi riunite.

1. *Seduta del 5 Dicembre 1926.* Presiede il Pres. G. Dufour, funge da segretario il Prof. Peola.

Il Segr. gen. Prof. Loria riferisce intorno allo stato delle pratiche per l'erezione in ente morale della Società e alla pubblicazione degli Atti sociali. Presenta una lettera in cui il prof. Cogliolo rinnova le proprie dimissioni di socio; con rammarico se ne prende atto.

Come revisori dei conti per l'esercizio 1924-25 vengono eletti l'avv. Delle Piane e il prof. Francesconi. Per l'inserzione negli *Atti* vengono presentate le seguenti memorie:

Bianca Nannei, *Metodo di misurare dell'effetto Thomson a differenti temperature* (pres. dal Socio Lussana).

U. Barbieri, *Livellazione di precisione esegnita a contributo dello studio idrografico della marina di Chiavari.*

G. Guareschi, *Sulle somme di prodotti dei termini di una progressione aritmetica.*

A. Bernini, *Fenomeni acustici che si ascoltano quando un aereo è in volo.*

F. Sbrana, *Sopra una classe di moti vorticosi permanenti.*

2. *Seduta del 15 Gennaio 1927.* Presiede il Pres. G. Dufour, funge da segretario il prof. Peola,

Vengono dal segr. gen. comunicate le dimissioni da vice-pres. del prof. Wautrain-Cavagnari e da bibliotecario del comm. Volpicella, le une e le altre motivate da cambiamento di residenza. L'assemblea con dolore ne prende atto e, incarica la presidenza di esprimere a quegli egregi soci il dolore che prova la Società per vedersi privata del consiglio di persone tanto eminenti. Nella prossima adunanza si provvederà a sostituirli per il corrente anno accademico.

Il prof. Nurra propone l'acquisto da parte della Biblioteca universitaria di *Cento* copie dagli *Atti* sociali da inviare in cambio di altre pubblicazioni destinate alla Biblioteca stessa. L'assemblea ap-

Digitized by Google

prova con plauso e delibera che in conseguenza la tiratura degli *Atti* venga accresciuta di cento copie.

Il prof. Benedicenti presenta per l'inserzione degli *Atti* e illustra un lavoro eseguito nel suo Istituto dal dott. P. Mascherpa e che ha il seguente titolo: *Cobalto e tubercolosi sperimentale del polmone.*

Il prof. Lattes dà notizie intorno a una rivista russa a carattere culturale e ne propone il cambio con gli *Atti* sociali; la proposta è accolta e il prof. Lattes è incaricato delle pratiche relative.

3. *Seduta del 12 Febbraio 1927.* Presiede il Pres. G. Dufour, funge da segretario il prof. Peola.

A vice-pres. viene eletto a unanimità l'avv. G. Delle Piane e a bibliotecario, pure a unanimità, il prof. R. Issel.

L'assemblea manifesta il desiderio che venga accelerata la pratica per l'erezione in ente morale della Società.

Il prof. Bernini comunica per l'inserzione negli *Atti* di una memoria intitolata: *Il telemetro stereoscopico per la misura delle distanze degli aerei in volo.*

Passando alle proposte di nuovi soci, il prof. Peola propone che il Municipio di Genova venga inscritto fra i Soci benemeriti; la proposta è approvata per acclamazione.

Vengono poi fatte le seguenti proposte:

Classe di Lettere. A soci effettivi: Prof. Francesco Berlingeri (prop. Lattes e Falchi), Barone Alberto Lumbroso (prop. Lattes e Niccolini), Prof. Giovanni Monleone (prop. Beltrami e Lattes), Prof. Alfredo Schiaffini (prop. Niccolini e Benzoni); a soci corrispondenti: Prof. Giovanni Alfero (prop. Beltrami e Benzoni), Prof. Francesco Viglione (id. id.), Avv. Cesare Vernarecci di Fossombrone (prop. Lattes e Falchi).

Classe di Scienze. A socio effettivo il Prof. Eugenio Giuseppe Togliatti (prop. Loria e Severini); a soci corrispondenti: Prof. Luigi Monetti (prop. Garibaldi, Loria, Moriondo); dott. Giuseppe Tacchella (prop. Loria e Severini), Prof. Panagino Livierato (prop. Clivio, Loria, Peola), Prof. Mario Tenani (prof. Garibaldi, Issel, Moriondo), Prof. Luigi Rolla (prop. Francesconi, Issel, Loria), Ing. Carlo Matteini (prop. Garibaldi e Moriondo).

4. *Seduta del 12 Marzo 1927.* Presiede il Pres. G. Dufour, funge da segretario il prof. Beltrami.

L'assemblea viene informata del come proceda la pratica per l'erezione della Società in ente morale e delle modificazioni che, per suggerimento del Min. della P. I., furono introdotte nel primitivo schema di Statuto. In riguardo alla sollecitazione del Ministero di adoperarsi per lo scambio di pubblicazioni con altre straniere, si osserva che la Società lo ha sempre favorito in proporzione dei propri mezzi.

Digitized by Google

5. *Seduta del 23 Aprile 1927.* Presiede il Pres. G. Dufour, funge da segr. il prof. Peola

Il prof. Loria a nome del socio Garibaldi presenta per l'inserzione negli *Atti* una memoria dell'ing. C. Cagnoli intitolata *Il piano di costruzione del bastimento.*

Pure per la inserzione negli *Atti* sono presentate le seguenti memorie:

G. Guareschi, *Una risoluzione elementare di una categoria di equazioni indeterminate che possono ritenersi estensioni di quella pitagorica.*

A. Bernini, *L'insegnamento dei principi della termodinamica nelle scuole tecniche superiori.*

Si passa poi alla votazione per la nomina di nuovi soci; sono approvate ad unanimità tutte le proposte fatte nella seduta del 12 Febbraio.

6. *Seduta del 28 Maggio 1927.* Presiede il Pres. G. Dufour, funge de segretario il prof. Loria.

Per incarico del socio Omodei vengono presentate in omaggio le recenti pubblicazioni relative alle condizioni climatiche e fisiche della Somalia, compiute sotto la direzione di S. A. R. il Duca degli Abruzzi; essendo tale offerta fatta per incarico dell'Augusto Principe, i convenuti unanimemente deliberano che venga a lui diretto uno speciale ringraziamento per il tramite del suo fedele collaboratore prof. Omodei. Sulle anzidette pubblicazioni interlocuisce il prof. Revelli, facendone rilevare l'importanza.

La Società prende atto di una comunicazione relativa al Congresso intern. di Geografia che sarà tenuto a Cambridge nel 1928. Accogliendo l'invito di partecipare al X Congresso di Geografia che avrà luogo a Milano nel Settembre 1927, la Società delibera di accoglierlo, designando come proprio rappresentante il prof. Revelli.

Per l'inserzione negli *Atti* vengono presentate le seguenti memorie:

Prof. G. Cuneo, *A proposito della reazione fra zuccheri e amino-acidi.*

G. Lincio, *Studio di una roccia del banco Graham* (pres. dal socio Colomba).

G. Lio, *L'albumina d'uovo ed il siero sono capaci di modificare le proprietà degli alcalcidi stricnina e caffeina?* (pres. dal socio Benedicenti).

G. Rastelli, *Azione del cobalto e dell'idrato di cobalto su alcuni amino-acidi e polipeptidi* (id. id.).

P. Berri, *Studio sull'azione dei sali di cobalto sulle reazioni di fermentazione e sulla germogliazione* (id. id.).

R. Agnoli, *Azione di alcune acetoalbumine e combinazioni metallaminiche sopra l'attività enzimatica dell'ureasi* (id. id.).

Digitized by Google

Il prof. Benedicenti, nel presentare questi lavori, tutti eseguiti nell'Istituto da lui diretto, ne espone ed illustra i risultati.

Commemorazione Voltiana.

30 Aprile 1927. Con l'intervento delle Autorità civili e militari, di un cospicuo numero di soci e di un folto pubblico, il prof. S. Lussana commemorò degnamente il I° Centenario della morte di Alessandro Volta; l'orazione da lui pronunciata fu appliaudita da tutti i convenuti; essa apparirà negli *Atti* sociali. Al termine di essa vennero ripetuti con pieno successo gli esperimenti sulle rane quali furono eseguiti dal Galvani.

Digitized by Google

INDICE

Composizione della Società . . . . . *pag.* III-VII

Renzo Agnoli, Diuresi e secretina . . . . . » 1-26

Luigi Cognetti de Martiis, Giacomo Cattaneo . » 27-45

Rastelli G. e Bottini M. T., Sopra un nuovo metodo per la determinazione dei pesi molecolari (III) » 46-50

Rastelli G. e Bottini M. T., Scomposizione pirogenica del benzolazopirrolo . . . . . » 51-54

Arciero Bernini, Fenomeni acustici che si ascoltano quando un aereo è in volo . . . . . » 55-62

Bianca Nannei, Metodo per la misura dell'effetto Thomson a differenti temperature . . » 63-91

Ubaldo Barbieri, Livellazione di precisione eseguita a contributo dello studio idrodrafico della marina di Chiavari . . . . . » 92-98

Carlo Cagnoli, Il piano di costruzione dei bastimenti . . . . . » 99-141

Arciero Bernini, La trasmissione del calore tra fluidi e pareti secondo la teoria moderna. (Considerazioni ed esperienze preliminari) . » 142-156

Francesco Sbrana, Sopra una classe di moti vorticosi permanenti . . . . . » 157-164

Arciero Bernini, Il telemetro stereoscopico per la misura della distanza degli aerei in volo . » 165-172

Ludovico Marini, Risultati del lanci di galleggianti per lo studio delle correnti superficiali del Mar ligure eseguiti negli anni 1914, 1920-22 » 173-230

Mascherpa Pietro, Cobalto e tubercolosi sperimentale del polmone (Nota preliminare) . . » 231-234

Gabriele Lincio, Studio d'una roccia del Banco Graham . . . . . » 235-249

Rastelli G., Su alcune modificazioni subite da polveri metalliche trattate con soluzione di albumina d'uovo . . . . . » 250-252

Arciero Bernini, L'insegnamento dei principi della termodinamica nelle scuole tecniche superiori . . . . . » 253-268

Digitized by Google

L. Francesconi e M. Aloisi, Azione dell'effluvio elettrico sugli ossidi dell'azoto e sui miscugli di azoto e ossigeno . . . . . *pag.* 269-277

Giuseppe Tacchella, La visibilità dei poliedri convessi rappresentati col metodo di Monge . » 278-282

Ester Zicavo, Le ghiandole velenifere degli ofidi creduti innocui . . . . . » 283-286

Rastelli G., Ricerche sulle metallo-proteine . . » 287-292

Giacinto Guareschi, Sulle somme di prodotti di termini di una progressione aritmetica . . . » 293-317

Rastelli G., Scomposizione pirogenica dell'ossiazobenzolo . . . . . » 316-322

Lisetta Negro, Studio teorico del comparatore di livelle dell'Istituto di Geodesia della R. Università di Genova . . . . . » 323-329

Silvio Lussana, Commemorazione di Alessandro Volta . . . . . » 330-350

Documenti Sociali . . . . . » 351-354

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
506SOG C002
ACCADEMIA LIGURE DI SCIENZE E LETTERE. P
N.S.5-6 1926-27
3 0112 017509354

Digitized by Google